

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2003-59223
(P2003-59223A)

(43) 公開日 平成15年2月28日 (2003.2.28)

(51) Int.Cl.⁷
G 1 1 B 21/21

識別記号

F I
G 1 1 B 21/21

データベース* (参考)
C 5 D 0 5 9

審査請求 未請求 請求項の数11 O L (全 18 頁)

(21) 出願番号 特願2001-173283(P2001-173283)
(22) 出願日 平成13年6月7日(2001.6.7)
(31) 優先権主張番号 特願2001-168897(P2001-168897)
(32) 優先日 平成13年6月4日(2001.6.4)
(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000004640
日本発条株式会社
神奈川県横浜市金沢区福浦3丁目10番地
(72) 発明者 高木 康司
神奈川県愛甲郡愛川町中津字桜台4056番地
日本発条株式会社内
(72) 発明者 入内 嵩 修
神奈川県愛甲郡愛川町中津字桜台4056番地
日本発条株式会社内
(74) 代理人 100110629
弁理士 須藤 雄一

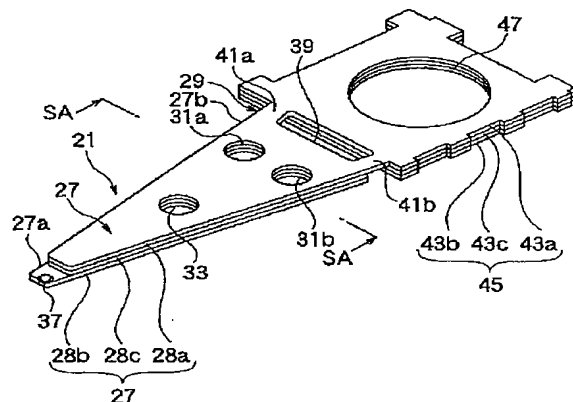
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ディスクドライブ用サスペンションとその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 高剛性化、低ばね定数化、軽量化、及びダンパ効果によりサスペンションに要求される性能向上を図ることを可能とする。

【解決手段】 キャリッジに取り付けられるベース部と、剛体部27及びばね部29からなりばね部29がベース部に支持されると共に剛体部27先端27aの情報記録、読取用のヘッド部に負荷荷重を与えるロードビーム21と、ロードビーム21に取り付けられてヘッド部が設けられたフレキシヤとを備えたディスクドライブ用サスペンションにおいて、剛体部27を、金属プレート28a、28b間に樹脂層28cを介在させて少なくとも3層構造とし、ばね部29を、剛体部27よりも少ない層で形成したことを特徴とする。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 キャリッジに取り付けられるベース部と、
剛体部及びばね部からなり前記ばね部が前記ベース部に支持されると共に前記剛体部先端の情報記録、読取用のヘッド部に負荷荷重を与えるロードビームと、
該ロードビームに取り付けられて前記ヘッド部が設けられたフレキシヤとを備えたディスクドライブ用サスペンションにおいて、
前記剛体部を、金属プレート間に樹脂層を介在させて少なくとも3層構造とし、
前記ばね部を、前記剛体部よりも少ない層で形成したことを特徴とするディスクドライブ用サスペンション。
【請求項2】 請求項1記載のディスクドライブ用サスペンションであって、
前記剛体部は、金属プレート間に樹脂層を介在させた3層構造であり、
前記ばね部を、前記金属プレート的一方と一体のプレートにより前記剛体部の端部に形成し、
該ばね部の反剛体部側端部に、前記ベース部を補強する補強金属プレートを一体に設け、
前記補強金属プレートに他の補強金属プレートを樹脂層を介在させて合わせた少なくとも3層構造の補強部を設け、
前記ベース部は、前記キャリッジに取り付けられるベースプレートに前記補強部を支持したことを特徴とするディスクドライブ用サスペンション。
【請求項3】 請求項1記載のディスクドライブ用サスペンションであって、
前記剛体部は、金属プレート間に樹脂層を介在させた3層構造であり、
前記ばね部を、前記金属プレート的一方と一体のプレートにより前記剛体部の端部に形成し、
前記ばね部の反剛体部側に、支持部を一体に設け、
前記ベース部は、前記キャリッジに取り付けられるベースプレートに前記支持部を支持したことを特徴とするディスクドライブ用サスペンション。
【請求項4】 キャリッジに取り付けられるベース部と、
剛体部及びばね部からなり前記ばね部が前記ベース部に支持されると共に前記剛体部先端の情報記録、読取用のヘッド部に負荷荷重を与えるロードビームと、
該ロードビームに取り付けられて前記ヘッド部が設けられたフレキシヤとを備えたディスクドライブ用サスペンションにおいて、
前記剛体部を、金属プレート間に樹脂層を介在させて少なくとも3層構造とし、
前記ベース部は、該ベース部を補強する補強金属プレート間に樹脂層を介在させた少なくとも3層構造を有し、
前記ばね部を、金属部及び樹脂部からなる少なくとも2

層構造とすると共に、前記金属部を、前記金属プレート及び補強金属プレートと一体に形成し、且つ前記樹脂部を、前記剛体部及びベース部の樹脂層と一体に形成し、
該ばね部の層を、前記剛体部及びベース部の層より少なくしたことを特徴とするディスクドライブ用サスペンション。
【請求項5】 キャリッジに取り付けられるベース部と、
剛体部及びばね部からなり前記ばね部が前記ベース部に支持されると共に前記剛体部先端の情報記録、読取用のヘッド部に負荷荷重を与えるロードビームと、
該ロードビームに取り付けられて前記ヘッド部が設けられたフレキシヤとを備えたディスクドライブ用サスペンションにおいて、
前記剛体部を、金属プレート間に樹脂層を介在させて少なくとも3層構造とし、
前記ベース部は、該ベース部を補強する補強金属プレート間に樹脂層を介在させた少なくとも3層構造を有し、
前記ばね部を、前記剛体部及びベース部とは別体に形成すると共に、剛体部の金属プレート及びベース部の補強金属プレートに結合したことを特徴とするディスクドライブ用サスペンション。
【請求項6】 請求項1～5記載のディスクドライブ用サスペンションであって、
前記剛体部の金属プレートの一つに前記フレキシヤを溶接固定する位置で、前記他の金属プレート及び樹脂層に肉抜き用の穴を設けたことを特徴とするディスクドライブ用サスペンション。
【請求項7】 請求項2又は4若しくは5記載のディスクドライブ用サスペンションであって、
前記ベース部は、前記キャリッジに取り付けられるベースプレートを有し、
前記補強金属プレートの一つに前記ベースプレートを溶接固定する位置で、前記他の補強金属プレート及び樹脂層に肉抜き用の穴を設けたことを特徴とするディスクドライブ用サスペンション。
【請求項8】 請求項6又は7記載のディスクドライブ用サスペンションであって、
前記肉抜き用の穴は、エッチングにより形成したことを特徴とするディスクドライブ用サスペンション。
【請求項9】 請求項1～8の何れかに記載のディスクドライブ用サスペンションであって、
前記少なくとも3層構造の剛体部は、金属プレートにのみ塑性加工部を有することを特徴とするディスクドライブ用サスペンション。
【請求項10】 請求項1～9記載のディスクドライブ用サスペンションであって、
基材金属プレート間に樹脂層を介在させた少なくとも3層構造の多層基材を形成し、
該多層基材の所定箇所を除去して前記ベース部、ばね

部、及びロードビームの形状を設定したことを特徴とするディスクドライブ用サスペンションの製造方法。

【請求項 11】 請求項 10 記載のディスクドライブ用サスペンションの製造方法であって、

前記所定箇所の除去は、エッチングを用いることを特徴とするディスクドライブ用サスペンションの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、例えばパーソナルコンピュータ等の情報処理装置に内蔵されるディスクドライブ用サスペンションと、その製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】回転する磁気ディスクあるいは光磁気ディスク等に情報を記録し再生するためのハードディスクドライブ（HDD）は、軸を中心に旋回可能なキャリッジを有している。このキャリッジは、ポジショニング用モータによって、前記軸を中心に旋回駆動される構造となっている。

【0003】例えば米国特許（USP）第 4, 167, 765 号明細書に記載されているように、前記キャリッジは、キャリッジアームと、該キャリッジアームの先端部に設けたディスクドライブ用サスペンション（以下、単に「サスペンション」と称する）と、該サスペンションに取付けたスライダを含むヘッド部などを備えている。そして、ディスクが高速回転することによってスライダがディスクから僅かに浮上するとともに、ディスクとスライダとの間にエアベアリングが形成されるようになっている。

【0004】前記サスペンションは、精密な薄板ばねからなるロードビーム（load beam）と、該ロードビームの先端部にレーザ溶接等によって固定された極薄い板ばねからなるフレキシヤ（flexure）と、前記ロードビームの基部にレーザ溶接等によって固定されたベースプレートなどからなっている。前記ベースプレートは、前記キャリッジアームのサスペンション取付面に固定される。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】ところで、前記ハードディスクドライブでは、記録すべき情報の高密度化とディスクの高速回転化が進む傾向にある。このため、トラック幅が狭くなるにも係わらず、風乱やディスクフラッタ等の外乱による振動のために、ヘッド部をトラック中心に正確に維持することが極めて困難となっている。

【0006】そのため、各外乱振動を抑制すると同時に、制御帯域をできるだけ上げて、トラック中心を維持する努力が続けられている。

【0007】従って、アクチュエータからスライダまでの構造部材であるキャリッジアームとサスペンションとの各種共振モードの振幅コントロールとその共振周波数の高周波数化、及び風乱対策は最も重要な課題となつて

いる。すなわち前記サスペンションは、前記ディスクの高密度化、高速化に伴って、さらに高剛性で且つばね定数が低いことが要求されている。

【0008】しかし従来は、図 22 に示すサスペンション 201 のロードビーム 203 のように、長さ L1 に渡る剛体部 203a と、長さ L2 のばね部 203b とが一枚の金属プレートで構成されていたため、剛体部 203a に要求される性能（高剛性）と、ばね部 203b に要求される性能（低ばね定数）とを同時に満足することが困難となっていた。

【0009】特に、剛体部 203a のねじり剛性は、板厚増加により行うことはできるが、重量増を招くと共に、ばね部 203b によって材質と板厚が制約を受けてしまうことから、板厚増による剛性アップには限界がある。

【0010】これに対し米国特許（USP）第 5, 187, 625 号明細書に記載されている図 23、図 24 に示すようなものもある。このサスペンション 201A は、図 22 のものと同様に、剛体部 203a 及びばね部 203b を備え、ベースプレート 209 によってキャリッジアームに支持されている。尚その他、図 22 に示すものと対応する構成部分には同符号を付している。

【0011】そして、この図 23 で示すサスペンション 201A は、SC-SC 矢視断面で示す図 24 のように、ロードビーム 203 が 3 層構造となっている。すなわち 2 枚の金属プレート 217, 219 間に樹脂層 221 が介在する断面構造となっている。このような構造によって、サスペンションの各種共振モードのダンピングを図っている。

【0012】しかしながら、このサスペンション 201A では、ばね部 203b においても剛体部と同一の 3 層構造断面となっているため、ばね部 203b に要求される低ばね定数及び正確なばね荷重を達成することができないものとなっている。

【0013】又、サスペンション 201A では、箱曲部 205 を 3 層構造そのものの折り曲げによって形成しているため、高精度な加工が難しく、よりコスト高になる恐れがある。

【0014】そこで本発明は、要求される性能に応じることのできる高性能なディスクドライブ用サスペンションと、その製造方法の提供を課題とする。

【0015】

【課題を解決するための手段】請求項 1 の発明は、キャリッジに取り付けられるベース部と、剛体部及びばね部からなり前記ばね部が前記ベース部に支持されると共に前記剛体部先端の情報記録、読取用のヘッド部に負荷荷重を与えるロードビームと、該ロードビームに取り付けられて前記ヘッド部が設けられたフレキシヤとを備えたディスクドライブ用サスペンションにおいて、前記剛体部を、金属プレート間に樹脂層を介在させて少なくとも

10

20

30

40

50

3層構造とし、前記ばね部を、前記剛体部よりも少ない層で形成したことを特徴とする。

【0016】請求項2の発明は、請求項1記載のディスクドライブ用サスペンションであって、前記剛体部は、金属プレート間に樹脂層を介在させた3層構造であり、前記ばね部を、前記金属プレート的一方と一体のプレートにより前記剛体部の端部に形成し、該ばね部の反剛体部側端部に、前記ベース部を補強する補強金属プレートを一体に設け、前記補強金属プレートに他の補強金属プレートを樹脂層を介在させて合わせた少なくとも3層構造の補強部を設け、前記ベース部は、前記キャリッジに取り付けられるベースプレートに前記補強部を支持したことを特徴とする。

【0017】請求項3の発明は、請求項1記載のディスクドライブ用サスペンションであって、前記剛体部は、金属プレート間に樹脂層を介在させた3層構造であり、前記ばね部を、前記金属プレート的一方と一体のプレートにより前記剛体部の端部に形成し、前記ばね部の反剛体部側に、支持部を一体に設け、前記ベース部は、前記キャリッジに取り付けられるベースプレートに前記支持部を支持したことを特徴とする。

【0018】請求項4の発明は、キャリッジに取り付けられるベース部と、剛体部及びばね部からなり前記ばね部が前記ベース部に支持されると共に前記剛体部先端の情報記録、読取用のヘッド部に負荷荷重を与えるロードビームと、該ロードビームに取り付けられて前記ヘッド部が設けられたフレキシヤとを備えたディスクドライブ用サスペンションにおいて、前記剛体部を、金属プレート間に樹脂層を介在させて少なくとも3層構造とし、前記ベース部は、該ベース部を補強する補強金属プレート間に樹脂層を介在させた少なくとも3層構造を有し、前記ばね部を、金属部及び樹脂部からなる少なくとも2層構造とすると共に、前記金属部を、前記金属プレート及び補強金属プレートと一体に形成し、且つ前記樹脂部を、前記剛体部及びベース部の樹脂層と一体に形成し、該ばね部の層を、前記剛体部及びベース部の層より少なくしたことを特徴とする。

【0019】請求項5の発明は、キャリッジに取り付けられるベース部と、剛体部及びばね部からなり前記ばね部が前記ベース部に支持されると共に前記剛体部先端の情報記録、読取用のヘッド部に負荷荷重を与えるロードビームと、該ロードビームに取り付けられて前記ヘッド部が設けられたフレキシヤとを備えたディスクドライブ用サスペンションにおいて、前記剛体部を、金属プレート間に樹脂層を介在させて少なくとも3層構造とし、前記ベース部は、該ベース部を補強する補強金属プレート間に樹脂層を介在させた少なくとも3層構造を有し、前記ばね部を、前記剛体部及びベース部とは別体に形成すると共に、剛体部の金属プレート及びベース部の補強金属プレートに結合したことを特徴とする。

【0020】請求項6の発明は、請求項1～5記載のディスクドライブ用サスペンションであって、前記剛体部の金属プレートの一つに前記フレキシヤを溶接固定する位置で、前記他の金属プレート及び樹脂層に肉抜き用の穴を設けたことを特徴とする。

【0021】請求項7の発明は、請求項2又は4若しくは5記載のディスクドライブ用サスペンションであって、前記ベース部は、前記キャリッジに取り付けられるベースプレートを有し、前記補強金属プレートの一つに前記ベースプレートを溶接固定する位置で、前記他の補強金属プレート及び樹脂層に肉抜き用の穴を設けたことを特徴とする。

【0022】請求項8の発明は、請求項6又は7記載のディスクドライブ用サスペンションであって、前記肉抜き用の穴は、エッチングにより形成したことを特徴とする。

【0023】請求項9の発明は、請求項1～8の何れかに記載のディスクドライブ用サスペンションであって、前記少なくとも3層構造の剛体部は、金属プレートにのみ塑性加工部を有することを特徴とする。

【0024】請求項10の発明は、請求項1～9記載のディスクドライブ用サスペンションであって、基材金属プレート間に樹脂層を介在させた少なくとも3層構造の多層基材を形成し、該多層基材の所定箇所を除去して前記ベース部、ばね部、及びロードビームの形状を設定したことを特徴とする。

【0025】請求項11の発明は、請求項10記載のディスクドライブ用サスペンションの製造方法であって、前記所定箇所の除去は、エッチングを用いることを特徴とする。

【0026】

【発明の効果】請求項1の発明では、ロードビームの剛体部を金属プレート間に樹脂層を介在させて少なくとも3層構造とし、ばね部を剛体部よりも少ない層で形成したため、全体的な軽量化を図りながら剛体部の高剛性化とばね部の低ばね定数化を同時に達成することができる。と共に、樹脂層によりダンパ効果を発揮することができる。

【0027】従って、全体的に軽量化を図りながら、各種共振モードの振幅を低くコントロールすることができる。また、共振周波数の高周波数化を図ることができる。また、ディスク高回転時の風乱の影響が減少し、サスペンションフラッタ（風によるサスペンションのばたつき）の発生を確実に抑制することができる。

【0028】さらに、3層構造によって剛体部の剛性を高めることができるため、曲げ縁やリブなどの塑性加工は基本的には必要でなく、剛体部の空気抵抗を減少させることが可能となる。かかる点からもディスク高回転時の風乱の影響が減少し、サスペンションフラッタの発生をさらに抑制することができる。

【0029】請求項2の発明では、請求項1の発明の効果に加え、前記剛体部は金属プレート間に樹脂層を介在させた3層構造であるため、剛体部の軽量化と高剛性化を同時に達成することができると共に、ダンパ効果を発揮することができる。

【0030】また、前記ばね部は、前記金属プレートの一方と一体のプレートにより剛体部の端部に形成し、このプレートによってばね部を構成することができるため、剛体部の3層構造による高剛性化に係わらず、ばね部はプレートによって低ばね定数化を図ることができる。

【0031】さらに、前記ばね部に、前記ベース部を補強する補強金属プレートを一体に設け、前記補強金属プレートに他の補強金属プレートを樹脂層を介在させて合わせた少なくとも3層構造の補強部を設け、前記ベース部は前記キャリッジに取り付けられるベースプレートに前記補強部を支持したため、軽量化を図りながらベースプレートを確実に補強することができ、ロードビームをキャリッジに対し、より安定して支持させることができる。

【0032】従って、全体的に軽量化を図りながら、各種共振モードの振幅を低くコントロールすると共に、共振周波数の高周波数化を図り、また風乱によるサスペンションフラッタの発生をより確実に抑制することができる。

【0033】請求項3の発明では、請求項1の発明の効果に加え、前記剛体部は金属プレート間に樹脂層を介在させた3層構造であり、剛体部の軽量化と高剛性化とを同時に達成することができると共に、ダンパ効果を発揮することができる。

【0034】また、前記ばね部は、金属プレートの一方と一体のプレートにより剛体部の端部に形成し、前記ばね部の反剛体部側に、支持部を一体に設け、前記ベース部は、前記キャリッジに取り付けられるベースプレートに前記支持部を支持したため、剛体部の3層構造による高剛性化に係わらず、ばね部は、金属プレートと一体のプレートにより低ばね定数化を確実に図ることができる。

【0035】従って、全体的に軽量化を図りながら、各種共振モードの振幅を低くコントロールできると共に、共振周波数の高周波数化を図ることができ、また風乱によるサスペンションフラッタの発生をより確実に抑制することができる。

【0036】請求項4の発明では、前記剛体部を金属プレート間に樹脂層を介在させて少なくとも3層構造としたため、剛体部の軽量化を図りながら高剛性化を図ることができると共に、ダンパ効果を発揮することができる。

【0037】また、前記ベース部は、該ベース部を補強する補強金属プレート間に樹脂層を介在させた少なくと

も3層構造を有するため、軽量化を図りながらベース部をより確実に補強することができ、ロードビームをキャリッジに確実に支持させることができる。

【0038】さらに、前記ばね部を、金属部及び樹脂部からなる少なくとも2層構造とすると共に、前記金属部を前記金属プレート及び補強金属プレートと一体に形成し、且つ前記樹脂部を前記剛体部及びベース部の樹脂層と一体に形成し、該ばね部の層を前記剛体部及びベース部の層より少なくしたため、ばね部の低ばね定数化を確実に図ることができる。

【0039】従って、全体的に軽量化を図りながら、各種共振モードの振幅をより低くコントロールすることができると共に、共振周波数をより高周波数化することができ、さらに風乱によるサスペンションフラッタの発生をより確実に抑制することができる。

【0040】請求項5の発明では、前記剛体部を金属プレート間に樹脂層を介在させて少なくとも3層構造としたため、剛体部の軽量化を図りながら高剛性化を図ることができると共に、ダンパ効果を発揮することができる。

【0041】また、前記ベース部は前記ベース部を補強する補強金属プレート間に樹脂層を介在させた少なくとも3層構造を有するため、軽量化を図りながらベース部を確実に補強することができ、ロードビームをキャリッジに確実に支持させる。

【0042】さらに、前記ばね部を前記剛体部及びベース部とは別体に形成すると共に、剛体部の金属プレート及びベース部の補強金属プレートに結合したため、ばね部が剛体部及びベース部に影響されることなく、その低ばね定数化を図ることができる。

【0043】従って、全体的に軽量化を図りながら、各種共振モードの振幅をより低くコントロールすることができると共に、共振周波数をより高周波数化することができ、さらに風乱によるサスペンションフラッタの発生をより確実に抑制することができる。

【0044】請求項6の発明では、請求項1～5の発明の効果に加え、前記剛体部の金属プレートの1つに前記フレキシャを溶接固定する位置で、前記他の金属プレート及び樹脂層に肉抜き用の穴を設けたため、フレキシャを剛体部に溶接固定する場合に、樹脂層自体、或いは金属プレート及び樹脂層間の結合面間に対し、溶接時の熱影響を及ぼすのを抑制することができる。従って、フレキシャを剛体部に確実に固定することができると共に、剛体部の性能を確実に維持することができる。

【0045】請求項7の発明では、請求項2又は4若しくは5記載の発明の効果に加え、前記ベース部は、前記キャリッジに取り付けられるベースプレートを有し、前記補強金属プレートの1つに前記ベースプレートを溶接固定する位置で、前記他の補強金属プレート及び樹脂層に肉抜き用の穴を設けたため、ベースプレートを補強金

10

20

30

40

50

属プレート1つに溶接固定する場合に、樹脂層自体、或いは補強金属プレート及び樹脂層の結合面間に対し、溶接時の熱影響を抑制することができる。従って、ベースプレートを補強金属プレートに確実に溶接固定することができると共に、3層構造によるベース部の補強機能を確実に維持することができる。

【0046】請求項8の発明では、請求項6又は7の発明の効果に加え、前記肉抜き用の穴は、エッチングにより形成したため、肉抜き用の穴を容易かつ精度よく形成することができる。

【0047】請求項9の発明では、請求項1～8の何れかの発明の効果に加え、前記少なくとも3層構造の剛体部は、金属プレートにのみ塑性加工部を有するため、剛体部に箱曲げ部を設けたりディンプルを設ける場合などに、3層構造全体を塑性加工する必要はなく、加工を容易かつ正確に行わせることができる。

【0048】請求項10の発明では、請求項1～9の何れかの発明の効果に加え、基材金属プレート間に樹脂層を介在させた少なくとも3層構造の多層基材を形成し、該多層基材の所定箇所を除去して、前記ベース部、ばね部、及びロードビームの形状を設定したため、ディスクドライブ用サスペンションを容易かつ精度よく形成することができる。

【0049】請求項11の発明では、請求項10の発明の効果に加え、前記所定箇所の除去はエッチングを用いるため、ディスクドライブ用サスペンションをより容易かつ精度よく製造することができる。

【0050】

【発明の実施の形態】（第1実施形態）図1は本発明の第1実施形態を適用したサスペンションを有するハードディスクドライブの一部断面図を示している。この図1のように、ハードディスクドライブ1は、軸3を中心に旋回可能なキャリッジ5を有している。このキャリッジ5は、ボイスコイルモータなどのポジショニング用モータ7によって、軸3を中心に旋回駆動される。前記キャリッジ5は、複数のキャリッジアーム9（図1では4個）と、各キャリッジアーム9の先端部に取り付けられたサスペンション11と、各サスペンション11の先端部に設けられたヘッド部13などを備えている。

【0051】前記キャリッジ5が前記軸3を中心に旋回することによって、前記ヘッド部13がディスク15の所望トラックまで移動する。前記ヘッド部13は、前記ディスク15のトラックと対向可能な位置に設けられたスライダ17と、該スライダ17に保持されたトランスジューサ（図示せず）などを含んでいる。

【0052】前記ディスク15が高速回転したとき、該ディスク15と前記スライダ17との間に空気が入り込むことによって、前記スライダ17は、ディスク15から僅かに浮上すると共に、ディスク15及びスライダ17間にエアベアリングが形成される。

【0053】前記サスペンション11は、例えば図2のようになっている。図2は前記サスペンション11を反フレキシャ側から見た斜視図である。このサスペンション11は、ベース部19とロードビーム21とを備えている。

【0054】前記ベース部19は、ベースプレート22を備えている。このベースプレート22は、前記図1のキャリッジアーム9に取り付けられるものである。前記ベースプレート22は、例えばステンレス鋼などで形成され、フランジ部23とボス部25とからなっている。

【0055】前記フランジ部23は、本実施形態において平面から見て矩形形状を呈し、その板厚は例えば $t=0.15\text{ mm}$ 程度に設定されている。なおフランジ部23は、平面から見て円形状などに形成することもできる。

【0056】前記ボス部25は、前記図1のキャリッジアーム9に設けられた取付孔に嵌合され、ボス部25の径が治具などにより若干拡大されて前記キャリッジアーム9に対する固定が行われている。

【0057】前記ロードビーム21は、先端部のヘッド部13のスライダ17に負荷荷重を与えるものである。このロードビーム21は、図3の斜視図をも参照すると、剛体部27とばね部29とを備えている。前記剛体部27は、先端部27a側が基端部27bに対して漸次幅狭となるほぼ三角形に形成されている。この剛体部27の厚さは、例えば $t=100\text{ }\mu\text{ m}$ 程度に設定されている。

【0058】前記剛体部27は、図3のSA-SA矢視断面図である図4をも参照すると、金属プレート28a、28b間に樹脂層28cを介在させ、接着剤などで相互に固定された3層構造となっている。前記金属プレート28a、28bは、ステンレス鋼（SUS）などによって形成され、一方の金属プレート28aの厚みは $t_1=38\text{ }\mu\text{ m}$ などに設定され、他方の金属プレート28bの厚みは $t_3=20\text{ }\mu\text{ m}$ などに設定されている。前記樹脂層28cは、ポリイミド（PI）、エポキシなどの樹脂プレートで形成され、その厚みは $t_2=42\text{ }\mu\text{ m}$ などに設定されている。これら金属プレート28a、28b、樹脂層28cの厚み t_1 、 t_3 、 t_2 の合計が $100\text{ }\mu\text{ m}$ に設定されている。但し、この厚みの設定は一例であって、全体的な厚み及び各プレートの厚みは、他の厚みに設定することも可能である。

【0059】前記剛体部27には、貫通孔31a、31b、33が設けられている。貫通孔31a、31bは軽量化のためのものであり、貫通孔33は後述するフレキシャの位置決めのためのものである。前記貫通孔31a、31b、33は、例えばエッチングなどによって形成されている。

【0060】前記剛体部27の先端部27aは金属プレート28bのみの1層となっている。この先端部27a

10

20

30

40

50

は、例えばエッチングなどによって金属プレート28a、樹脂層28が除去されたものである。前記ディンプル37は、前記金属プレート28bの先端部27aにプレス成形されたものである。尚、このディンプル37は、後述するフレキシャのタング部に当接するものである。

【0061】そして、本実施形態において、前記ディンプル37の塑性加工部が1枚の金属プレート28bのみに行われている。従って、3層の剛体部27そのものにディンプル37を設ける場合に比べて、1枚の金属プレート28bにのみ設けることにより塑性加工が極めて容易であり、精度のよいディンプル37を得ることができる。

【0062】前記ばね部29は、一方の金属プレート28aと一体のプレートにより剛体部27の端部に形成され、剛体部27よりも少ない、例えば1層で形成されている。このばね部29は、本実施形態において例えばステンレス鋼(SUS)で形成され、その厚みは $t=38\mu\text{m}$ に設定されている。このばね部29には、開口39が設けられ、両側部41a、41bが低ばね定数のばね部分として機能している。

【0063】前記ばね部29の反剛体部側端部には、前記ベース部19を補強する補強金属プレート43aが一体に設けられている。この補強金属プレート43aは、本実施形態において、例えばステンレス鋼(SUS)で形成され、その厚みは $t=38\mu\text{m}$ に設定されている。この補強金属プレート43aに他の補強金属プレート43bを樹脂層43cを介在させて合わせ、接着剤などで相互に固定された3層構造の補強部45が設けられている。

【0064】この補強部45における補強金属プレート43a、43b、樹脂層43cの関係は、前記剛体部27における金属プレート28a、28b、樹脂層28と同一に設定されている。従って、金属プレート43bは、ステンレス鋼(SUS)で形成され、その厚みは $t=20\mu\text{m}$ に設定されている。前記樹脂層43cは、ポリイミド(PI)、エポキシなどの樹脂プレートで形成され、その厚みは $t=42\mu\text{m}$ に設定されている。

【0065】前記補強部45の外径形状は、前記ベースプレート22のフランジ部23の外径形状にほぼ対応して平面から見て矩形形状に形成されている。

【0066】前記補強部45に対し、図2のようにベースプレート22が合わせられ、溶着部48においてレーザ溶接などによって溶着固定されている。このベースプレート22の取付状態で、ベースプレート22の前縁22aは、前記ばね部29の開口39の後縁39aに一致して沿っている。従って、ベースプレート22をキャリアッジ5に取り付けたときに、ベースプレート22によってばね部29の基端部を確実に支持することができるため、ばね部29によって剛体部27を確実に弾性支持す

ることができ、所期の機能を正確に発揮することができる。

【0067】尚、ベースプレート22のフランジ部23は、本実施形態よりも小型化し、その前縁22aを開口39の後縁39aより、よりボス部25側へずらすことも可能である。また、フランジ部23を、ボス部25の周囲に円形に形成することもできる。

【0068】前記剛体部27には、図2のようにフレキシャ49が取り付けられている。このフレキシャ49の図示では、他端側の端子部を省略している。前記フレキシャ49は、ばね性を有する薄いステンレス鋼圧延板などの金属基板の表面に、電気絶縁層を介して例えば4本の導電路を形成したものである。前記導電路の一端は、ヘッド部13の端子にそれぞれ導通接続され、他端は後方に設定された端子にそれぞれ導通接続されている。前記フレキシャ49のタング部57には、前記スライダ17が装着されている。前記タング部57は、前記剛体部27のディンプル37に当接している。前記フレキシャ49は、前記剛体部27に対し溶着部61によって溶着固定され、また、前記ベース部19においても、補強部45に溶着部63において溶着固定されている。

【0069】前記補強部45に対するベースプレート22の溶着固定、及びフレキシャ49の剛体部27及び補強部45に対する溶着固定は、図5、図6のように行われている。図5は前記ベースプレート22の溶着部における断面図であり、図6は前記フレキシャ49の溶着部における断面図である。

【0070】まず図2、図5のように、ベースプレート22のフランジ部23は、補強部45の1つの補強金属プレート43bにレーザ溶接などによって溶着部48が形成され、溶着固定されている。前記溶着部48による溶接固定する位置で、他の補強金属プレート43a及び樹脂層43cに肉抜き用の穴65が、例えばエッチングにより設けられている。従って、ベースプレート22を補強部45にレーザ溶接などによって溶着固定する場合に、溶着部48の熱が樹脂層43cや、樹脂層43c及び補強金属プレート43a、43b間の接着間に熱影響を及ぼすことが抑制される。従って、ベースプレート22と補強部45との結合を確実にしながら、補強部45の補強機能を確実に維持することができる。

【0071】図6は、前記剛体部27及び補強部45での溶着部61を示しており、補強部45においては括弧を付けてその対応を示している。前記剛体部27での溶着部61を中心に説明すると、剛体部27の1つの金属プレート28bに前記フレキシャ49を溶着部61によって溶接固定している。この溶着部61により溶接固定する位置で、前記他の金属プレート28a及び樹脂層28cに、肉抜き用の穴67が、例えばエッチングにより設けられている。従って、剛体部27にフレキシャ49を溶着部61によって確実に溶着固定することができな

がら、レーザ溶接時に樹脂層28cや、樹脂層28c及び金属プレート28a、28b間の接着に熱影響を及ぼすのが抑制され、剛体部27の性能を確実に維持することができる。

【0072】前記補強部45を備えたロードビーム21のエッチング処理は、例えば図8のようにしても行われる。図7は、ロードビーム21の製造方法の概略を示し、(a)は多層基材の製造工程、(b)はレジスト塗布、露光、現像工程、(c)はSUSエッチング工程、(d)はレジスト剥離工程、(e)は樹脂エッチング工程を示す断面図である。

【0073】まず、図7(a)の工程で、基材金属プレート69a、69b間に基材樹脂層69cを介在させた3層構造の多層基材71を形成する。尚、多層基材71は剛体部27及び補強部45の層の増加によっては、基材金属プレートと基材樹脂層を交互に増加して、4層以上に設定する。

【0074】次に、図7(b)の工程で、多層基材71の両面にレジスト73、75を塗布する。レジスト73、75は、それぞれ孔77、79、81、83、開口85などを有している。この図7(b)の工程で、露光、現像し、図7(c)のように基材金属プレート69a、69bに除去部87、89、91、93、95を形成する。

【0075】次に、図7(d)の工程で、レジスト73、75を剥離する。

【0076】次に図7(e)の工程で、エッチング処理し、基材樹脂層69bに除去部97、99、101を形成する。

【0077】この製造方法により、例えば除去部87、89、97が図3の貫通孔47を形成し、除去部91、93、99が同位置決め用の貫通孔33を形成し、除去部95、101によってばね部29を1層に形成することができる。

【0078】尚、上記実施形態では、ばね部29を剛体部27の一方の金属プレート28aと一体に形成したが、図8のようにばね部29を他方のプレート28bと一体に形成することも可能である。この図8の実施形態では、金属プレート28b、ばね部29、補強金属プレート43bの板厚が $t=38\mu\text{m}$ に設定され、金属プレート28a、補強金属プレート43aの板厚が $t=20\mu\text{m}$ に設定されることになる。

【0079】前記剛体部27には、図9、図10のロードビーム21のように、中間部左右両側に箱曲部35を設けることもできる。図9は図3に対応し、図10は図8に対応している。前記箱曲部35は、剛体部27の剛*

*性をさらに向上させるためのものである。本実施形態においては、剛体部27が3層構造であって、剛性が高いため、箱曲部35は極力小さくすることができる。

【0080】前記箱曲部35は、金属プレート28bに舌片を形成して、これを折り曲げたものである。従って、本実施形態において、箱曲部35、ディンプル37の塑性加工部が1枚の金属プレート28bのみに行われている。従って、3層の剛体部27そのものに箱曲部35を設けたり、ディンプル37を設ける場合に比べて、1枚の金属プレート28bにのみ設けることにより塑性加工が極めて容易であり、精度のよい箱曲部35及びディンプル37を得ることができる。尚、箱曲部35は、金属プレート28aのみに設けることもでき、また、金属プレート28a、28bの双方に設けることもできる。

【0081】次に、上記のように剛体部27を金属プレート28a、28b間に樹脂層28cを介在させた多層構造とし、ばね部29を剛体部27よりも少ない層で形成する根拠について説明する。

【0082】従来の、例えば図22などのサスペンション201に関し、一般的に低い周波数で大きな振幅となりやすいねじれモードのコントロールが重要である。ねじれモードの場合、ベース部209を加振して求められる振動と、風乱によって発生するスライダ215のトラック方向変位とはその特性が異なる場合が多い。風乱によるサスペンションの揺れは、サスペンションフラッタと呼ばれ、以後ねじれモードによって最初に現れるものをT1フラッタ(1st Torsionモード)と呼び、ベースプレート加振によって求められるものをゲインと呼ぶことにする。

【0083】まず、ロードビーム203のZ方向形状(以後、LBプロファイル)、ゲインの周波数特性及びT1ゲインとZハイト(組付時のZ方向高さ)の関係の本出願人による解析結果によると、LBプロファイルによってT1ゲインがコントロールできることが解った。

【0084】次に、本出願人の実験によると、高回転ディスクの場合、T1フラッタ変位とZハイトの関係は、T1ゲインのそれより感度が高いために問題になりやすいことが解った。その対策法は以下の通りである。

(1) Zハイトに対するカップルファクター(Couple factor)の感度を小さくする。

【0085】前記カップルファクターは次式で示される。

【0086】

【数1】

$$\text{カップルファクター} = \frac{\text{T1フラッタ}}{\text{ロードビームT1振幅}} \quad \dots (1)$$

ここにロードビームT1振幅は、例えば図22のような 50 構造において、ディンプル付近の箱曲部を計測したもの

を表している。またT1フラッタ変位は同一サスペンションをフラッタ測定器で計測したものである。(2)ダンパによって振動のエネルギーを吸収してロードビームT1振幅を小さくする。(3)風乱を受けにくいサスペンションの形状とする。(4)ロードビームのねじれ剛性を大きくすることで、ロードビームT1振幅を小さくする。

【0087】上記(1)に関しては、ばね部203bのZ方向剛性を小さく、かつ長さを極端に短くし、剛体部203aのZ方向剛性を、逆に大きくすることによって達成可能と考えた。

【0088】上記(2)に関しては、樹脂層によってダンパ効果を得るようにすることとした。

【0089】上記(3)に関しては、本出願人の種々の実験の結果、サスペンションフラッタの原因は、高回転ディスクがもたらす風乱がサスペンションのZ方向に非定常流体力として働き、各モードを励起していると考

*え、対策をすることとした。

【0090】上記(4)に関しては、解析によってそのねじれ剛性を計算することができ、ねじれ剛性を設定することとした。

【0091】まず、T1フラッタの発生原因を上記のように仮定すれば、単位面積当たりに働く非定常流体力F(t)がロードビーム中心軸を境にした半面に働いたときのモーメントM(x)と、解析で求められたねじれ剛性S(x)とからディンプル部のねじれ角θが計算できる。

【0092】次に、図11のように座標を考える。図11(a)はy=f(x)のロードビーム形状関数を表しており、x位置の剛体部に働くモーメントM(x)は、次式となる。

【0093】
【数2】

$$M(x) = \int_0^{f(x)} F(t) \cdot y \, dy \, dx \quad \dots (2)$$

ねじれ剛性S(x)は、図11(b)に示すように、xの関数として計算することができる。従って、上記(2)式と、S(x)から、ディンプル部でのねじれ角※

※は次式で表すことができる。

【0094】
【数3】

$$\theta = F(t) \int_0^1 \frac{\int_0^{f(x)} y \, dy}{S(x)} \, dx \quad \dots (3)$$

非定常流体力F(t)=1とすると、上記(3)式は次式となる。

★【0095】
【数4】

$$\theta = \int_0^1 \frac{\int_0^{f(x)} y \, dy}{S(x)} \, dx \quad \dots (4)$$

この(4)式の計算結果と、本出願人による実験結果とから、θの値が小さくなるに従ってロードビームT1振幅は減少し、Zハイトに対するT1フラッタ変位の感度も小さくなることが判明した。

【0096】ここで更に、ロードビーム形状をf(x)☆

☆=Bと考えると、モーメントM(x)及びねじれ剛性は次式のディメンションで表すことができる。

【0097】
【数5】

$$M(x) \propto B^2 \quad \dots (5)$$

$$S(x) \propto \frac{G \cdot h^3 \cdot B}{x} \quad \dots (6)$$

ここで、Gは横弾性係数、hはロードビームの板厚である。(4)、(5)、(6)式から、ディンプル部のねじれ角θは、次式のディメンションとなる。

◆【0098】
【数6】

$$\theta \propto \int_0^{f(x)} \frac{x \cdot B}{G \cdot h^3} \, dx = \frac{B \cdot l^2}{2 G \cdot h^3} \quad \dots (7)$$

(7)式からわかるように、θを小さくするには、板厚hを厚く、長さLを短く、幅Bを狭く、そして横弾性係

数Gを大きくする必要がある。

【0099】他方、T1周波数は、次式のディメンションで表される。

$$T1 \text{ Frequency} \propto \frac{h}{l \cdot B} \sqrt{\frac{G}{\rho}} \quad \dots (8)$$

ここで、C/ρが一定であるとする、T1周波数を上げるには板厚hを厚く、長さLを短く、幅Bを狭くする必要がある。これはθを小さくする方法と一致するが、その次数は異なっている。

【0101】以上のような本願出願人の考察に基づいて、サスペンション11の構造を上記のように多層構造としたものである。

【0102】次に、従来品に対し第1実施形態等に係る3層構造品が軽量化されていることを図12の図表により説明する。

【0103】図12において、左から第1欄、第2欄、第3欄、第4欄、第5欄とすると、第1欄に各部分の名称を示し、第2欄に厚みを示し、第3欄に従来品の各部分の重量配分を示し、第4欄に第1の3層構造品の重量配分を示し、第5欄に第2の3層構造品の重量配分を示している。部分としては、ベースプレート、ロードビーム、ばね部、フレキシャ、スライダが示されている。

【0104】ベースプレートの厚みはt=0.15mm、ロードビームの厚みはt=0.1mm、ばね部の厚みはt=38μmに設定してある。

【0105】従来品のロードビームは、ステンレス鋼(SUS)で形成され、その全体の厚みはt=100μmである。第1の3層構造品は、ステンレス鋼(SUS)による金属プレートがそれぞれ厚みt=25μmであり、ポリイミド(PI)の樹脂層の厚みはt=50μmであり、全体でt=100μmとなっている。

【0106】第2の3層構造品は、ステンレス鋼(SUS)の両金属プレートの厚みがt=38μm、t=20μmに設定され、ポリイミド(PI)の樹脂層の厚みはt=42μmであり、全体でt=100μmに設定してある。

【0107】そして、従来品の各部分の重さは、第3欄に示されている通りであり、合計で51.0mgとなっている。第1、第2の3層構造品の各部の重さは、第4欄、第5欄に示されている通りであり、合計の重さは第1の3層構造品では35.6mg、第2の3層構造品では37.1mgとなった。

【0108】このように第1の3層構造品では、従来品に比べて30%、第2の3層構造品では同27%それぞれ軽量化することができた。すなわち、第1実施形態等の3層構造品とすることによって、同一の厚さでロードビームの剛体部の剛性を向上させることができながら、大幅な軽量化を図ることができるのである。

【0109】図13～図16は、実験結果を示してい

*【0100】
【数7】

る。図13は風乱によるオフトラック変位の測定結果を示し、図14はサスペンションの伝達関数の測定結果を示し、図15はZハイト(組付時のZ方向高さ)と風乱によるT1ロードビームねじれ角の測定結果を示し、図16はZハイトの変化に対する風乱によるT1オフトラック方向変位の測定結果を示している。図17は、これら実験結果を図表にしたものである。

【0110】図13、図14、図15、図16において、(a)は上記実施形態のサスペンション11の測定結果であり、同(b)は図22に示す(a)と同じ長さの従来品の測定結果である。また、図17のように、3層構造品のロードビームは、厚みt=38μm、t=20μmのステンレス鋼(SUS)の金属プレート、及び厚みt=42μmのポリイミド(PI)の樹脂層が用いられている。3層構造品の合計の質量は37.1mgである。従来品のロードビームは、厚みt=51μm、質量49.1mgのステンレス鋼(SUS)が用いられている。測定はレーザドップラ速度計で行い、ゲイン測定はベースプレート加振によって行っている。ゲイン=出力/入力である。フラッタ測定は、ディスクを回して揺れを観測した。測定値=出力である。

【0111】これらの実験結果から、まず共振特性においては図14を参照し、風乱特性は図13、図15、図16を参照する。風乱によるオフトラック(OFF TRACK)(風乱による揺れの大きさ)は図14を参照し、そのときのT1モードのオフトラックZハイトセンシティブィティ(sensitivity)は図16を参照し、T1モードのロードビームねじれ角Zハイトセンシティブィティ(sensitivity)は図15を参照する。尚、図15、図16において、横軸の単位は、mmであり、その大きさは、横軸に示されている2桁の数字を0.0254倍したものである。

【0112】図13(a)の3層構造品では、T1モードの共振周波数が9.0(KHz)であったのに対し、図13(b)の従来品では、同5.0(KHz)であり、3層構造品では、T1フラッタの共振周波数が極めて高くなるという優位点があった(図17)。

【0113】次に、スウェイ(SWAY)に関しては、図14(a)の3層構造品では、共振周波数が17.8(KHz)であったのに対し、図14(b)の従来品では、同12.5(KHz)であり、3層構造品はスウェイの共振点が著しく高くなったという優位点があった(図17)。尚、スウェイ(SWAY)であることは、位相の変化で判断することができる。

【0114】次に、風乱によるT1ロードビームねじれ角に関し、図15(a)の3層構造品では、Zハイトの変化に拘わらず、ねじれ角実験結果の平均値が0.0004(deg)であったのに対し、図15(b)の従来品では、同0.005(deg)であった。この結果、3層構造品では、風乱によるねじれ角が従来品の1/10以下となり、風乱に非常に強いという優位点があった(図18)。

【0115】従って、風乱によるT1オフトラックに関して、図16(a)の3層構造品ではZハイトの変化に拘わらず、変位が安定しており、その傾きはそれ程大きくはなかった。これに対し、図16(b)の従来品では、Zハイトの変化に対してその変位が大きく変化し、傾きは図から明らかなように相当に大きくなった。このZハイトの変化は、サスペンションとしてのばらつき、組立時のばらつきにより、設計値に対してずれ得る範囲を想定したもので、この範囲において3層構造品のように安定したものであれば信頼性の高いサスペンションが得られる。これに対し、従来品では、Zハイトが36×0.0254mmと20×0.0254mmとで特性が大きく変わり、20×0.0254mmでの信頼性は著しく低くなった。これらの結果、3層構造品は従来品に比べて風乱による揺れが小さくできるため、読みとり、書き込み不良を大幅に改善することができ、トラック密度を上げることができるという優位点があった(図17)。

【0116】これらの実験結果は、本願出願人の上記考察とよく符合し、3層構造品によって軽量化を図りながら剛体部27の高剛性化と、ばね部29の低ばね定数化を達成することができ、上記各優位点を確実に得ることができた。

【0117】さらに、前記ベース部19は、前記キャリッジアーム9に取り付けられるベースプレート22に前記3層構造の補強部45を支持したため、軽量化を図りながらベースプレート22を確実に補強することができ、ロードビーム21をキャリッジ5に対し、より安定して支持させることができる。

【0118】こうして、全体的に軽量化を図りながら、各種共振モードの振幅を低くコントロールすると共に、共振周波数の高周波数化を図り、また風乱によるサスペンションフラッタの発生をより確実に抑制することができる。(第2実施形態)図18、図19は本発明の第2実施形態を示している。図18は第2実施形態に係るサスペンション11Aの平面図、図19はキャリッジアーム9にサスペンション11Aを取り付けた状態の断面図である。尚、上記第1実施形態と対応する構成部分には同符号を付して説明する。

【0119】本実施形態のサスペンション11Aは、キャリッジアーム9の取付点からディンプル37までの距離が長くなった場合に適している。本実施形態において

も、剛体部27は、金属プレート28a、28b間に樹脂層28cを介在させた3層構造となっている。ばね部29は、金属プレート28bと一体の1層のプレートで剛体部27の端部に形成されている。ばね部29には、反剛体部側に支持部103が一体に形成されている。

【0120】ベース部19Aにおけるベースプレート22のフランジ部23には、延長部105が設けられている。このベースプレート22側の延長部105に、前記ばね部29側の支持部103がレーザ溶接などによって固定支持されている。

【0121】このような構造によって、剛体部27は、金属プレート28a、28b間に樹脂層28cを介在させた3層構造によって軽量化を図りながら高剛性化を達成すると共に、樹脂層28cのダンバ効果を得ることができる。又、ばね部29は金属プレート28d一体の1層のプレートによって形成されることにより、低ばね定数化を図ることができる。

【0122】従って、本実施形態においても、第1実施形態とはほぼ同様な作用効果を奏することができる。又、本実施形態においては、ばね部29に一体に設けた支持部103をベースプレート22側の延長部105にレーザ溶接などによって固定するものであるため、製造が容易であり、またより軽量化を図ることができる。(第3実施形態)図20は本発明の第3実施形態に係るサスペンション11Bの概略断面図を示している。尚、第1実施形態と対応する構成部分には同符号を付して説明する。

【0123】前記サスペンション11Bの補強部45Bには、軽量化のための穴が形成されているが、図20では図示していない。またベース部19Bのボス部25にも内周に孔が形成されているが、図示していない。

【0124】そして、本実施形態においては、ロードビーム21Bの剛体部27Bが金属プレート107a、107b間に樹脂層107cを介在させた3層構造に対し、さらに上下に樹脂層107e、107gを介して金属プレート107d、107fを設け、7層構造としたものである。

【0125】前記ベース部19Bの補強部45Bは、剛体部27Bと同様に補強金属プレート109a、109b、109d、109fと樹脂層109c、109e、109gの7層の構造となっている。

【0126】前記ばね部29Bは、金属部110a、110bを金属プレート107a、107b、補強金属プレート109a、109bと一体に形成し、かつ樹脂部110cを剛体部27b、補強部45Bの樹脂層107c、109cと一体に形成し、ばね部29Bの層を3層とし、剛体部27b及び補強部45Bの層より少なくしている。

【0127】又、この実施形態では、ベースプレートは特に設けられておらず、ボス部25が補強部45Bの補

10

20

30

40

50

強金属プレート109dに直接固定されている。剛体部27B、ばね部29B、補強部45Bの全体の厚みは、例えば第1実施形態と同様に形成されている。

【0128】従って、本実施形態においても、多層構造の剛体部27B、補強部45B、及びこれらより層の少ない多層構造のばね部29Bにより、上記第1実施形態と同様な作用効果を奏することができる。また、本実施形態においては、樹脂層が増加しているため、より軽量化を図ることができる。

【0129】尚、上記実施形態において、補強部45Bは補強金属プレートの1層のみの構成にすることも可能である。又、ベース部19Bのボス部25は省略して補強部45Bを直接キャリッジアーム9に取り付ける構成にすることも可能である。

【0130】ばね部29Bは金属部110a又は110bと樹脂部110cの2層構造、或いは金属部110a又は110bの1層構造にすることもできる。又、金属部110a、110b、樹脂部110cの層方向の位置は任意であり、樹脂部110cが金属部110a、110bに挟まれる構造には限られるものではない。例えば、金属部110a又は110bの一方を樹脂部とすることができる。この場合、樹脂部110cと樹脂部110a又は110bとの樹脂の材質を変更するなどの構成にすることもできる。(第4実施形態)図21は本発明の第4実施形態に係るサスペンション11Cの概略断面図を示している。尚、第1実施形態と対応する構成部分には同符号を付して説明する。前記補強部45Cには本来軽量化の穴が設けられているが、図示はしていない。またベースプレート22にも内周孔が形成されているが、図示はしていない。

【0131】本実施形態においては、ロードビーム21Cの剛体部27Cを金属プレート111a、111b間に樹脂層111cを介在させて3層構造としている。またベース部19Cの補強部45Cは、補強金属プレート113a、113b間に樹脂層113cを介在させた3層構造としている。

【0132】ばね部29Cは、剛体部27C及び補強部45Cとは別体に形成し、剛体部27Cの金属プレート111b及び補強部45Cの補強金属プレート113bにレーザ溶接などによって結合されている。このサスペンション11Cの剛体部27C、ばね部29C、補強部45Cなどの全体的な厚みは第1実施形態と同様に設定されている。

【0133】従って、本実施形態においても、剛体部27Cの3層構造、ばね部29Cの1層構造、補強部45Cの3層構造によって、第1実施形態とほぼ同様な作用効果を奏することができる。又、本実施形態においては、ばね部29Cが別体に形成されているため、ばね部29Cの厚さ、形状の自由度を広げることができる。

【0134】尚、剛体部27Cは3層構造に限らず、樹

脂層及び金属プレートを増加して、4層以上の多層構造にすることも可能である。又、補強部45Cは、同様に4層以上の多層構造とし、或いは補強金属プレートと樹脂層の2層構造、補強金属プレートのみの1層にすることも可能である。

【0135】ベース部19Cのベースプレート22はこれを省略して補強部45Cをキャリッジアーム9に直接固定する構成にすることも可能である。さらに、前記ばね部29Cは、剛体部27Cの下面に一点鎖線で示す領域、あるいは補強部45Cの下面に一点鎖線で示す領域のいずれか一方に延長して構成することができる。一方に延長したときには、他方は延長しない構成となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1実施形態を適用したハードディスクドライブの一部断面図である。

【図2】第1実施形態に係り、ディスクドライブ用サスペンションを反フレキシャ側から見た斜視図である。

【図3】第1実施形態に係り、ロードビームの斜視図である。

【図4】第1実施形態に係り、図4のSA-SA矢視断面図である。

【図5】第1実施形態に係り、図2のSB-SB矢視断面図である。

【図6】第1実施形態に係り、溶着部61、63における断面図である。

【図7】第1実施形態に係り、ロードビームの製造方法の概略を示し、(a)は多層基材の製造工程、(b)はレジスト塗布、露光、現像工程、(c)はSUSエッチング工程、(d)はレジスト剥離工程、(e)は樹脂エッチング工程を示す断面図である。

【図8】第1実施形態の変形例に係り、ロードビームの斜視図である。

【図9】第1実施形態の他の変形例に係り、ロードビームの斜視図である。

【図10】第1実施形態のさらに他の変形例に係り、ロードビームの斜視図である。

【図11】第1実施形態に係り、(a)はロードビーム形状関数のグラフ、(b)はねじれ剛性を示すグラフである。

【図12】第1実施形態に係り、従来品に対する3層構造品の軽量化を示す図表である。

【図13】(a)は第1実施形態に係る風乱によるオフトラック変位の実験結果を示すグラフであり、(b)は従来品の同実験結果を示すグラフである。

【図14】(a)は第1実施形態に係る伝達関数の実験結果を示すグラフであり、(b)は従来品の伝達関数の実験結果のグラフである。

【図15】(a)は第1実施形態に係るZハイトと風乱によるT1ロードビームねじれ角との関係の実験結果を示すグラフであり、(b)は従来品のZハイトと風乱に

よるT1ロードビームねじれ角との関係の実験結果を示すグラフである。

【図16】(a)は第1実施形態のZハイトと風乱によるT1オフトラック方向変位との関係の実験結果を示すグラフ、(b)は従来品のZハイトと風乱によるT1オフトラック方向変位との関係の実験結果を示すグラフである。

【図17】第1実施形態に係り、3層構造品と従来品との実験結果の比較を示す図表である。

【図18】本発明の第2実施形態に係るディスクドライブ用サスペンションの平面図である。

【図19】第2実施形態を適用したハードディスクドライブの一部断面図である。

【図20】本発明の第3実施形態に係るディスクドライブ用サスペンションの概略断面図である。

【図21】本発明の第4実施形態に係るディスクドライブ用サスペンションの概略断面図である。

【図22】従来例に係るディスクドライブ用サスペンションの斜視図である。

【図23】他の従来例に係るディスクドライブ用サスベ

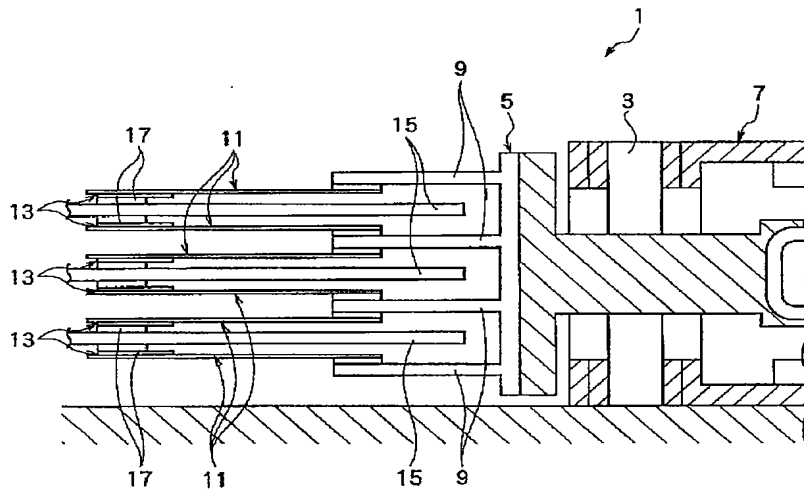
*ンションの斜視図である。

【図24】図23のSC-SC矢視断面図である。

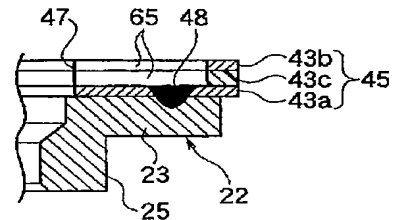
【符号の説明】

- 5 キャリッジ
 11, 11A, 11B, 11C サスペンション
 13 ヘッド部
 21, 21A, 21B, 21C ロードビーム
 19, 19A, 19B, 19C ベース部
 22 ベースプレート
 27, 27B, 27C 剛体部
 29, 29A, 29B, 29C ばね部
 45, 45B, 45C 補強部
 28a, 28b, 28c, 107a, 107b, 107d, 107f, 111a, 111b 金属プレート
 28c, 43c, 107c, 107e, 107g, 109c, 109e, 109g, 111c, 113c 樹脂層
 43a, 43b, 109a, 109b, 109d, 109f, 113a, 113b 補強金属プレート
 103 支持部

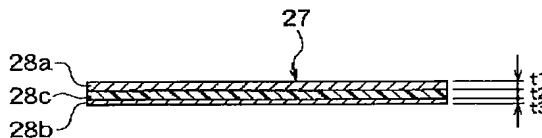
【図1】



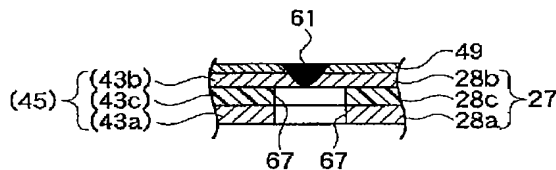
【図5】



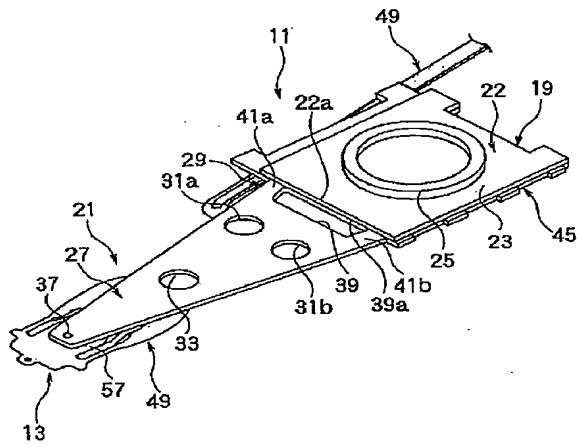
【図4】



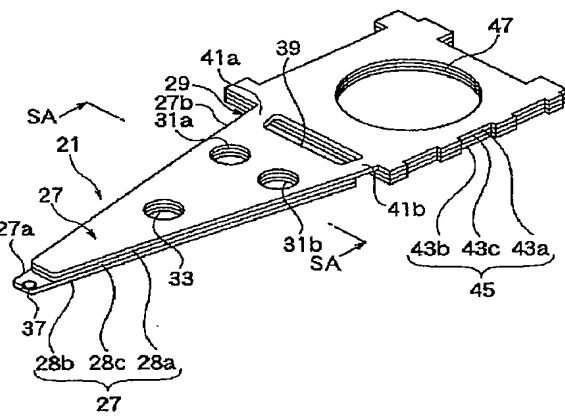
【図6】



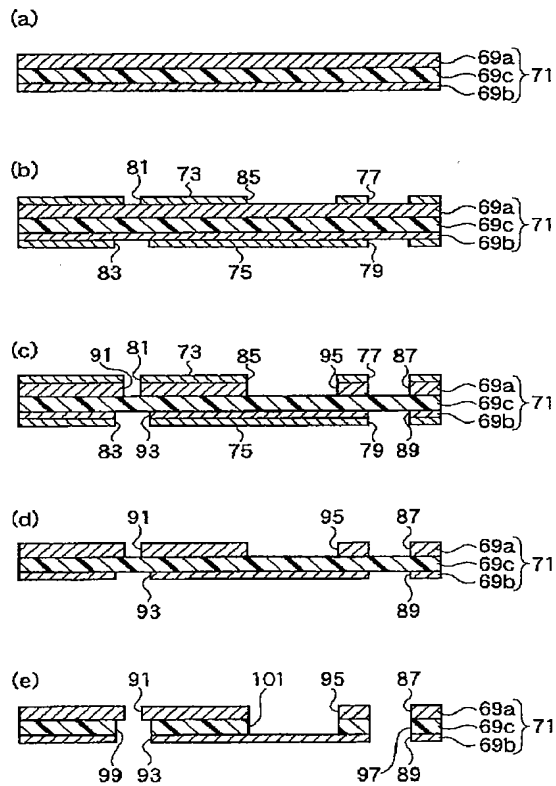
【図2】



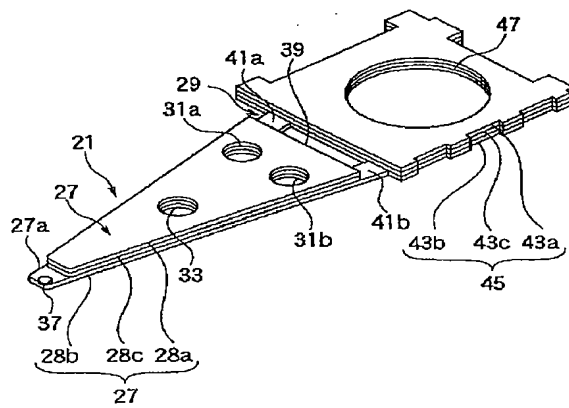
【図3】



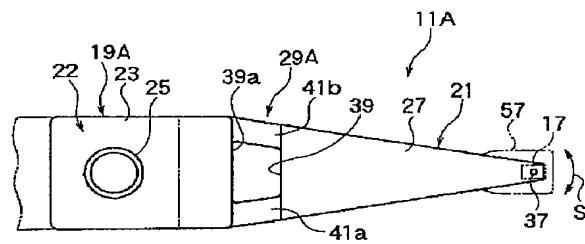
【図7】



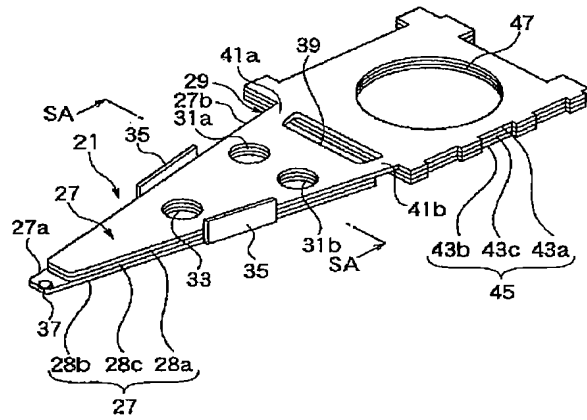
【図8】



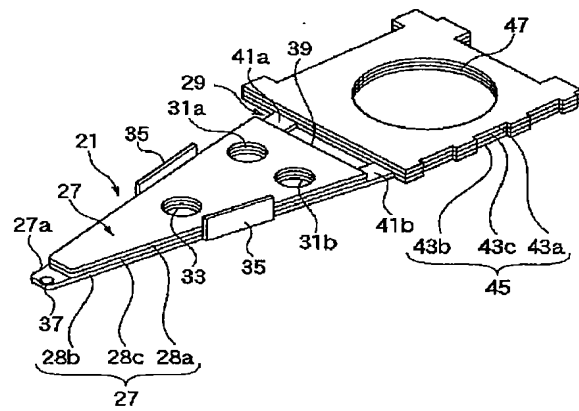
【図18】



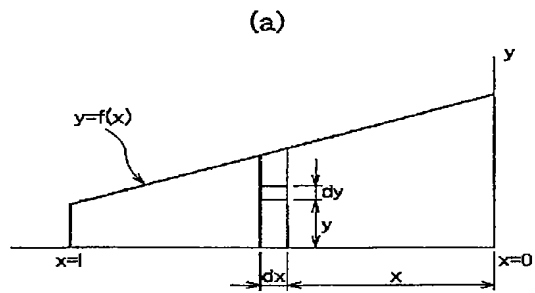
【図9】



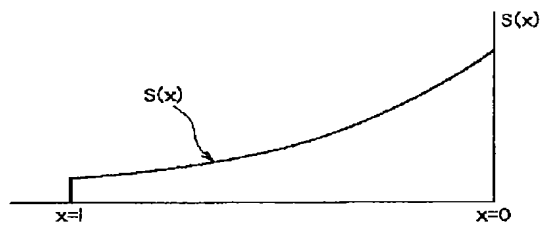
【図10】



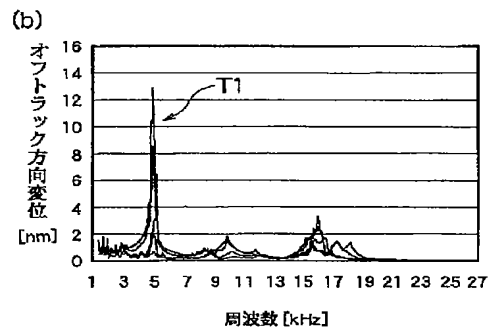
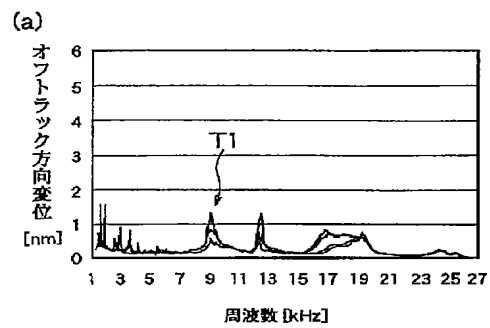
【図11】



(b)



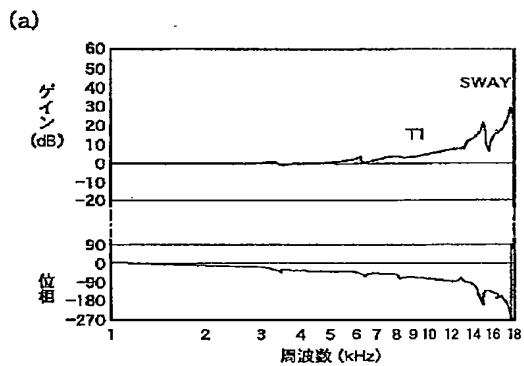
【図13】



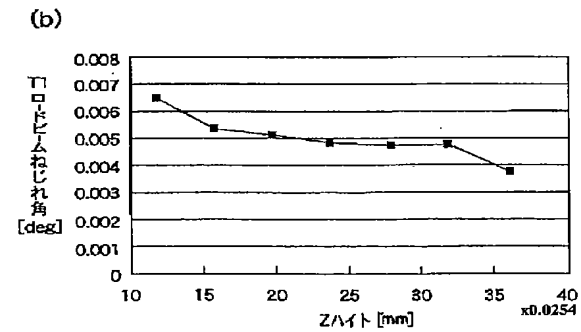
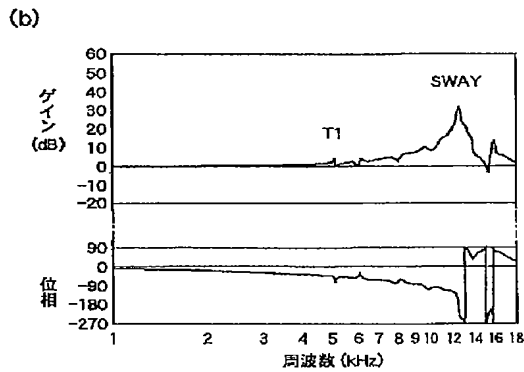
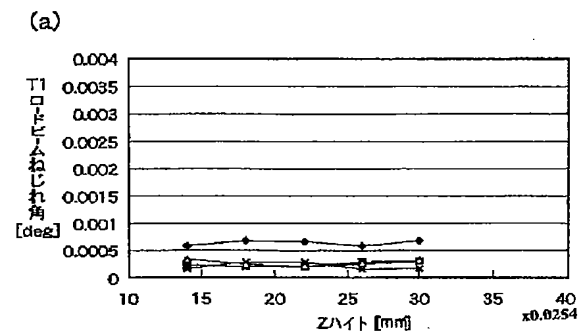
【図12】

| 部分 | 厚み | 従来品 | 3層構造品 | |
|---------|---------|-----------------------|---------------------------------------|----------------------------------|
| | | t100 SUS Beam [mg] | t25 SUS, t50 PI, t25 SUS Beam [mg] | t38 SUS, t42 PI, t20 SUS [mg] |
| ベースプレート | t0.15mm | 14.1 | 14.1 | 14.1 |
| ロードビーム | t0.1mm | 26.3 | 15.9(with Hinge) | 17.4(with Hinge) |
| ばね部 | t38um | 5.0 | | |
| フレキシャ | | 4.0 | 4.0 | 4.0 |
| スライダ | | 1.6 | 1.6 | 1.6 |
| 計 | | 51.0 | 35.6 | 37.1 |

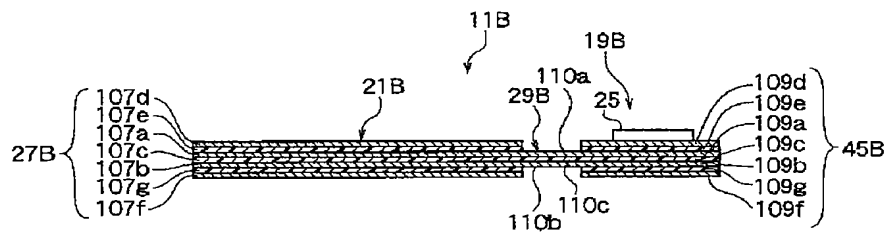
【図14】



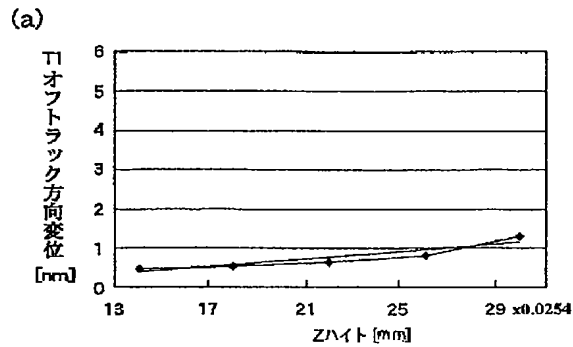
【図15】



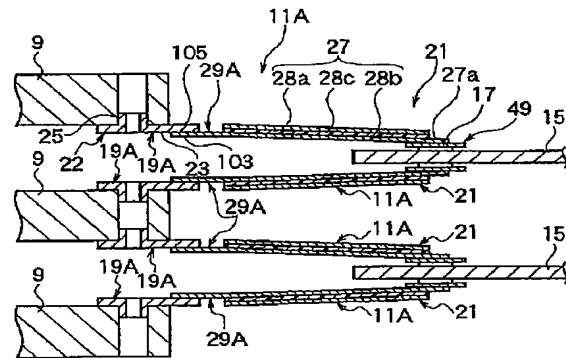
【図20】



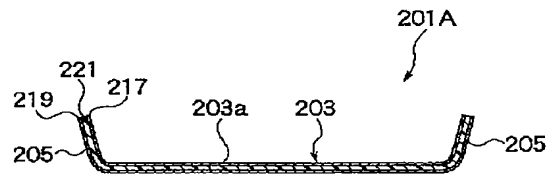
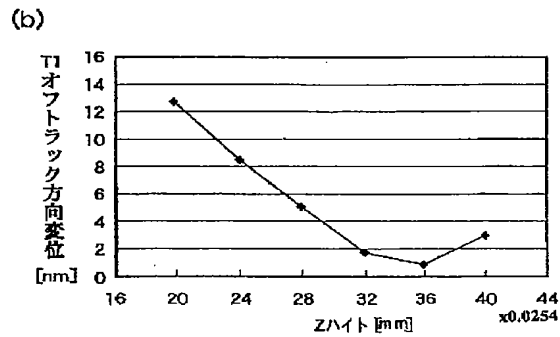
【図16】



【図19】



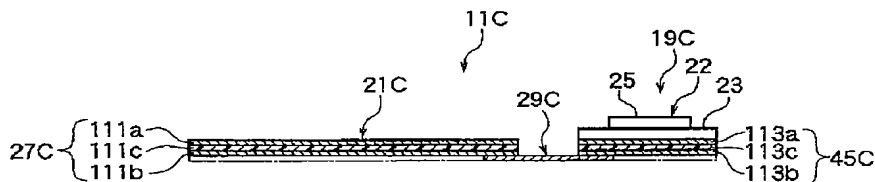
【図24】



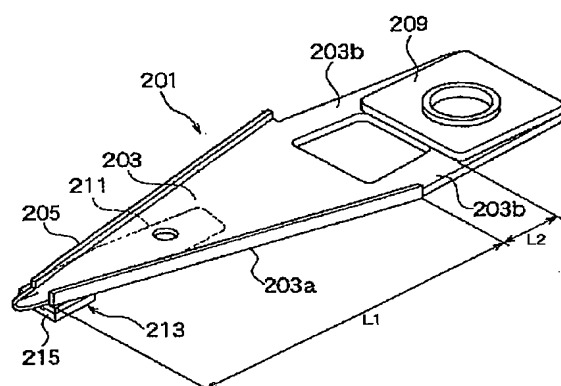
【図17】

| | ロードビ-A | 質量 (mg) | 共振特性 | | 風乱によるT1の ねじれ角(deg) | 風乱によるT1 OFF TRACK (風乱による揺れの大きさ) |
|-----------|--------------------------------|------------|---------------|----------------|---------------------------------------|--|
| | | | T1(kHz) | SWAY(kHz) | | |
| 3層 構造品 | SUS 138um PI 142 SUS 120 | 37.1 | 9.0 図13(a) | 17.8 図14(a) | 0.0004 図15(a) | 小 図13(a), 図16(a) |
| 従来品 | SUS 151 | 49.1 | 5.0 図13(b) | 12.5 図14(b) | 0.005 図15(b) | 大 図13(b), 図16(b) |
| 優値点 | | 軽い | 共振点が高い | 共振点が高い | 風乱によるねじれ角 が従来品の1/10以下 =風乱に非常に強い | 風乱による揺れが小さく できるため読みとり、書き 込み不良を大幅に改善できる トラック密度を上げることが できる |

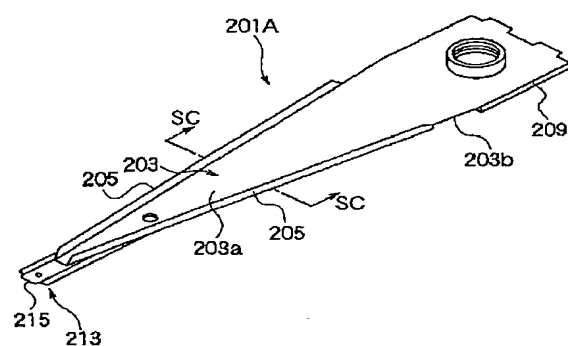
【図21】



【図22】



【図23】



フロントページの続き

(72)発明者 半谷 正夫
 神奈川県愛甲郡愛川町中津字桜台4056番地
 日本発条株式会社内
 (72)発明者 東 司
 神奈川県愛甲郡愛川町中津字桜台4056番地
 日本発条株式会社内

(72)発明者 唐澤 巧
 神奈川県愛甲郡愛川町中津字桜台4056番地
 日本発条株式会社内
 Fターム(参考) 5D059 AA01 BA01 CA21 CA23 DA26
 DA28 DA31 EA08

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-059223

(43)Date of publication of application : 28.02.2003

(51)Int.Cl.

G11B 21/21

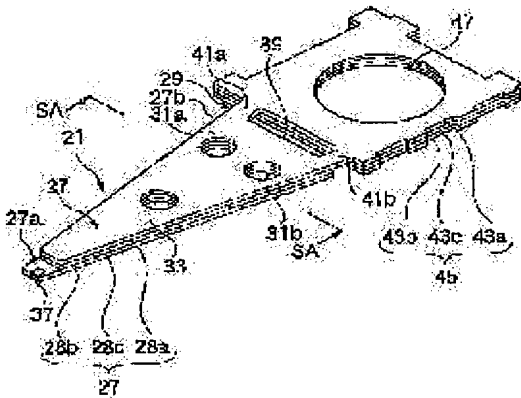
(21)Application number : 2001-173283 (71)Applicant : NHK SPRING CO LTD

(22)Date of filing : 07.06.2001 (72)Inventor : TAKAGI YASUSHI
IRIUCHIJIMA OSAMU
HANYA MASAO
AZUMA TSUKASA
KARASAWA TAKUMI

(30)Priority

Priority number : 2001168897 Priority date : 04.06.2001 Priority country : JP

(54) HEAD SUSPENSION FOR DISK DRIVE AND METHOD OF MANUFACTURING
THE HEAD SUSPENSION



(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a disk drive head suspension that enhances the performance required for the suspension through the design of high rigid components, a low resilient constant, a light weight and a damper effect.

SOLUTION: The disk drive head suspension for a disk drive has a base to be attached to a carriage, a load beam 21 having a rigid part 27 and a resilient part 29 supported by the base, to apply load on a data read/write head arranged at a front end 27a of the rigid part 27, and a flexure attached to the load beam and supporting the head. The rigid part 27 has a

multi-layer structure consisting of at least three layers including metal layers 28a, 28b and a resin layer 28c interposed between the metal layers. The number of layers of the resilient part 29 is smaller than that of the rigid part 27.

LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the suspension for disk drives built in information processors, such as a personal computer, and its manufacture approach.

[0002]

[Description of the Prior Art] The hard disk drive (HDD) for recording information on a rotating magnetic disk or a magneto-optic disk, and reproducing has the carriage which can circle centering on a shaft. This carriage has become in the revolution drive structure centering on said shaft by the motor for positioning.

[0003] For example, said carriage is equipped with the head section containing the slider attached in the carriage arm, the suspension for disk drives (a "suspension" is only called hereafter) established in the point of this carriage arm, and this suspension etc. as indicated by the United States patent (USP) No. 4,167,765 specification. And when a disk carries out high-speed rotation, while a slider surfaces slightly from a disk, air bearing is formed between a disk and a slider.

[0004] the pole fixed to the point of the load beam (load beam) which said suspension becomes from a precise sheet metal spring, and this load beam by laser welding etc. -- it consists of FUREKISHA (flexure) which consists of thin flat spring, a base plate fixed to the base of said load beam by laser welding etc. Said base plate is fixed to the suspension clamp face of said carriage arm.

[0005]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] By the way, it is in the inclination for the informational densification and rotation[high-speed]-izing of a disk which should be recorded to progress, in said hard disk drive. For this reason, although the width of recording track becomes narrow, it is very difficult to maintain the head section correctly centering on a truck for vibration by disturbance, such as a ***** disk flutter.

[0006] Therefore, a control band is raised as much as possible, and efforts to maintain a truck core are continued at the same time it controls each disturbance vibration.

[0007] Therefore, high-frequency-izing of the amplitude control and resonance frequency of the various resonance modes of the carriage arm and suspension which are a structural member from an actuator to a slider, and the cure against **** have been the most important technical problem. That is, it is required that its spring constant should be [said whose suspension is high rigidity further in connection with the densification of said disk and improvement in the speed] low.

[0008] However, conventionally, like the load beam 203 of the suspension 201 shown in drawing 22 , since rigid-body section 203a over die length L1 and spring section 203b of die length L2 consisted of one metal plate, it was difficult [it] to be satisfied with

coincidence of the engine performance (high rigidity) required of rigid-body section 203a, and the engine performance (low spring constant) required of spring section 203b.

[0009] Since the quality of the material and board thickness receive constraint by spring section 203b while it causes the increase of weight, although the increment in board thickness can perform especially torsional rigidity of rigid-body section 203a, there is a limitation in the rigid rise by the increase of board thickness.

[0010] On the other hand, there are also drawing 23 indicated by the United States patent (USP) No. 5,187,625 specification and a thing as shown in drawing 24 . Like the thing of drawing 22 , this suspension 201A is equipped with rigid-body section 203a and spring section 203b, and is supported by the carriage arm with the base plate 209. In addition, in addition to this, the same sign is given to what is shown in drawing 22 , and a corresponding component.

[0011] And the load beam 203 has a three-tiered structure like drawing 24 which shows suspension 201A shown by this drawing 23 in an SC-SC view cross section. That is, it has the cross-section structure where the resin layer 221 intervenes between two metal plates 217,219. Damping of the various resonance modes of a suspension is aimed at according to such structure.

[0012] However, in this suspension 201A, since it is the same three-tiered structure cross section as the rigid-body section also in spring section 203b, the low spring constant and exact spring load required of spring section 203b has not been attained.

[0013] Moreover, in suspension 201A, since the box pars convoluta lobuli corticalis renis 205 is formed by bending of the three-tiered structure itself, highly precise processing is difficult and there is a possibility of becoming cost quantity more.

[0014] Then, this invention offers a technical problem the highly efficient suspension for disk drives which can respond to the engine performance demanded, and its manufacture approach.

[0015]

[Means for Solving the Problem] The load beam which gives a load load to information record at said tip of the rigid-body section, and the head section for reading while invention of claim 1 consists of the base section attached in carriage, and the rigid-body section and the spring section and said spring section is supported by said base section, In the suspension for disk drives equipped with FUREKISHA in which it was attached in this load beam and said head section was prepared A resin layer is made for said rigid-body section to intervene between metal plates, and it considers as a three-tiered structure at least, and is characterized by forming said spring section in layers fewer than said rigid-body section.

[0016] Invention of claim 2 is a suspension for disk drives according to claim 1. Said rigid-body section It is the three-tiered structure which made the resin layer intervene between metal plates. Said spring section It forms in the edge of said rigid-body section with one side of said metal plate, and the plate of one. The reinforcement metal plate which reinforces said base section is prepared in the anti-rigid-body section side edge section of this spring section at one. The reinforcement section of a three-tiered structure is prepared at least, and said base section is characterized by supporting said reinforcement section to the base plate with which the resin layer was made to be placed between said reinforcement metal plates, and other reinforcement metal plates were aligned with them and which is attached in said carriage.

[0017] Invention of claim 3 is a suspension for disk drives according to claim 1. Said rigid-body section It is the three-tiered structure which made the resin layer intervene between metal plates. Said spring section It forms in the edge of said rigid-body section with one side of said metal plate, and the plate of one, and a supporter is formed in one at the anti-rigid-body section side of said spring section, and said base section is characterized by here where said supporter was supported to the base plate attached at said carriage.

[0018] The load beam which gives a load load to information record at said tip of the rigid-body section, and the head section for reading while invention of claim 4 consists of the base section attached in carriage, and the rigid-body section and the spring section and said spring section is supported by said base section, In the suspension for disk drives equipped with FUREKISHA in which it was attached in this load beam and said head section was prepared A resin layer is made to intervene between metal plates, and said rigid-body section is made into a three-tiered structure at least. Said base section Even if few, have a three-tiered structure, and while considering as at least 2 layer structures which made the resin layer intervene between the reinforcement metal plates which reinforce this base section and which consist said spring section of the metal section and the resin section Said metal section is formed in said metal plate and a reinforcement metal plate, and one, and said resin section is formed in the resin layer of said rigid-body section and the base section, and one, and it is characterized by making the layer of this spring section fewer than the layer of said rigid-body section and the base section.

[0019] The load beam which gives a load load to information record at said tip of the rigid-body section, and the head section for reading while invention of claim 5 consists of the base section attached in carriage, and the rigid-body section and the spring section and said spring section is supported by said base section, In the suspension for

disk drives equipped with FUREKISHA in which it was attached in this load beam and said head section was prepared A resin layer is made to intervene between metal plates, and said rigid-body section is made into a three-tiered structure at least. Said base section It has a three-tiered structure at least, and is characterized by the thing which was made for a resin layer to intervene between the reinforcement metal plates which reinforce this base section and which combined it with the metal plate of the rigid-body section, and the reinforcement metal plate of the base section while forming said spring section in another object with said rigid-body section and the base section.

[0020] Invention of claim 6 is a suspension for disk drives according to claim 1 to 5, is the location which carries out welding immobilization of said FUREKISHA one of the metal plates of said rigid-body section, and is characterized by preparing the hole for meat omission at a metal plate and a resin layer besides the above.

[0021] Invention of claim 7 is a suspension for disk drives claim 2, 4, or given in five, and said base section has the base plate attached in said carriage, it is the location which carries out welding immobilization of said base plate one of said the reinforcement metal plates, and is characterized by preparing the hole for meat omission at a reinforcement metal plate and a resin layer besides the above.

[0022] Invention of claim 8 is a suspension for disk drives according to claim 6 or 7, and the hole for said meat omission is characterized by forming by etching.

[0023] Invention of claim 9 is a suspension for disk drives given in any of claims 1-8 they are, and is characterized by said thing [that the rigid-body section of a three-tiered structure has the plastic-working section only on a metal plate] at least.

[0024] Invention of claim 10 is a suspension for disk drives according to claim 1 to 9 , and is characterize by the thing which was made for a resin layer to intervene between base material metal plates and which formed the multilayer base material of a three-tiered structure at least , removed the predetermined part of this multilayer base material , and set up the configuration of said base section , the spring section , and a load beam .

[0025] Invention of claim 11 is the manufacture approach of the suspension for disk drives according to claim 10, and removal of said predetermined part is characterized by using etching.

[0026]

[Effect of the Invention] In invention of claim 1, since the resin layer was made to intervene between metal plates, the rigid-body section of a load beam was made into the three-tiered structure at least and the spring section was formed in layers fewer than the rigid-body section, while being able to attain a raise in the rigidity of the rigid-body

section, and low spring constant-ization of the spring section to coincidence, attaining overall lightweight-ization, the damper effectiveness can be demonstrated by the resin layer.

[0027] Therefore, while the amplitude of various resonance modes is low controllable, attaining lightweight-ization on the whole, high-frequency-ization of resonance frequency can be attained. Moreover, the effect of **** at the time of disk quantity rotation can decrease, and generating of a suspension flutter (the suspension by the wind flustering) can be controlled certainly.

[0028] Furthermore, since a three-tiered structure can raise the rigidity of the rigid-body section, it becomes plastic working, such as a bending edge and a rib, is not fundamentally required, and possible to decrease the air resistance of the rigid-body section. The effect of **** at the time of disk quantity rotation can decrease also from this point, and generating of a suspension flutter can be controlled further.

[0029] In invention of claim 2, since it is the three-tiered structure between which said rigid-body section made the resin layer placed between metal plates in addition to the effect of the invention of claim 1, while being able to attain lightweight-izing of the rigid-body section, and high rigidity-ization to coincidence, the damper effectiveness can be demonstrated.

[0030] Moreover, since said spring section can be formed in the edge of the rigid-body section with one side of said metal plate, and the plate of one and this plate can constitute the spring section, the spring section can attain low spring constant-ization with a plate irrespective of a raise in rigidity by the three-tiered structure of the rigid-body section.

[0031] Furthermore, the reinforcement metal plate which reinforces said base section is prepared in said spring section at one. Since the reinforcement section of a three-tiered structure was prepared at least and said base section supported said reinforcement section to the base plate for which the resin layer was made to be placed between said reinforcement metal plates, and other reinforcement metal plates were aligned with them and which is attached in said carriage, A base plate can be reinforced certainly, attaining lightweight-ization, it can be stabilized more and a load beam can be made to support to carriage.

[0032] Therefore, while controlling the amplitude of various resonance modes low, attaining lightweight-ization on the whole, high-frequency-ization of resonance frequency can be attained and generating of a ***** suspension flutter can be controlled more certainly.

[0033] In invention of claim 3, it is the three-tiered structure between which said

rigid-body section made the resin layer placed between metal plates in addition to the effect of the invention of claim 1, and while being able to attain lightweight-izing of the rigid-body section, and high rigidity-ization to coincidence, the damper effectiveness can be demonstrated.

[0034] Moreover, said spring section is formed in the edge of the rigid-body section with one side of a metal plate, and the plate of one, a supporter is formed in one at the anti-rigid-body section side of said spring section, and since said base section supported said supporter to the base plate attached at said carriage, the spring section can attain low spring constant-ization certainly with a metal plate and the plate of one irrespective of a raise in rigidity by the three-tiered structure of the rigid-body section.

[0035] Therefore, while the amplitude of various resonance modes is low controllable, attaining lightweight-ization on the whole, high-frequency-ization of resonance frequency can be attained and generating of a ***** suspension flutter can be controlled more certainly.

[0036] In invention of claim 4, a resin layer is made to intervene between metal plates, said rigid-body section is written as a three-tiered structure at least, and while being able to attain high rigidity-ization, attaining lightweight-ization of the rigid-body section, the damper effectiveness can be demonstrated.

[0037] Moreover, since [which has a three-tiered structure at least] the resin layer was made to intervene between the reinforcement metal plates which reinforce this base section, said base section can reinforce the base section more certainly, attaining lightweight-ization, and can make carriage support a load beam certainly.

[0038] Furthermore, even if few, while it consists of the metal section and the resin section, and making said spring section into two-layer structure, said metal section can be formed in said metal plate and a reinforcement metal plate, and one, and said resin section can be formed in the resin layer of said rigid-body section and the base section, and one, the layer of this spring section can be written fewer than the layer of said rigid-body section and the base section, and low spring constant-ization of the spring section can be attained certainly.

[0039] Therefore, while being able to control the amplitude of various resonance modes lower, attaining lightweight-ization on the whole, resonance frequency can be high-frequency-ized more and generating of a ***** suspension flutter can be controlled further more certainly.

[0040] In invention of claim 5, a resin layer is made to intervene between metal plates, said rigid-body section is written as a three-tiered structure at least, and while being able to attain high rigidity-ization, attaining lightweight-ization of the rigid-body

section, the damper effectiveness can be demonstrated.

[0041] Moreover, since [which has a three-tiered structure at least] the resin layer was made to intervene between the reinforcement metal plates which reinforce said base section, said base section can reinforce the base section certainly, attaining lightweight-ization, and makes carriage support a load beam certainly.

[0042] Furthermore, the low spring constant-ization can be attained, without the spring section being influenced by the rigid-body section and the base section since it combined with the metal plate of the rigid-body section, and the reinforcement metal plate of the base section while forming said spring section in another object with said rigid-body section and the base section.

[0043] Therefore, while being able to control the amplitude of various resonance modes lower, attaining lightweight-ization on the whole, resonance frequency can be high-frequency-ized more and generating of a ***** suspension flutter can be controlled further more certainly.

[0044] the location which carries out welding immobilization of said FUREKISHA in invention of claim 6 one of the metal plates of said rigid-body section in addition to the effect of the invention of claims 1-5 -- said -- others -- since the hole for meat omission was established in the metal plate and the resin layer, when carrying out welding immobilization of FUREKISHA at the rigid-body section, it can control doing the thermal effect at the time of welding to between the planes of union between the resin layer itself or a metal plate, and a resin layer. Therefore, while FUREKISHA is certainly fixable to the rigid-body section, the engine performance of the rigid-body section is certainly maintainable.

[0045] In invention of claim 7, it adds to an effect of the invention claim 2, 4, or given in five. Said base section Have the base plate attached in said carriage, and said base plate to one of said the reinforcement metal plates in the location which carries out welding immobilization Since the hole for meat omission was established in a reinforcement metal plate and a resin layer besides the above, when carrying out welding immobilization of the base plate one of the reinforcement metal plates, the thermal effect at the time of welding can be controlled to between the planes of union of the resin layer itself or a reinforcement metal plate, and a resin layer. Therefore, while being able to carry out welding immobilization of the base plate certainly on a reinforcement metal plate, the reinforcement function of the base section by the three-tiered structure is certainly maintainable.

[0046] In invention of claim 8, since the hole for said meat omission was formed by etching in addition to claim 6 or the effect of the invention of 7, the hole for meat

omission can be formed with an easily and sufficient precision.

[0047] Since [said] the rigid-body section of a three-tiered structure has the plastic-working section only on a metal plate, when in addition to which effect of the invention of claims 1-8 preparing the box-bending section in the rigid-body section or preparing a dimple in it at least, the whole three-tiered structure can be made to process it easily and correctly by not carrying out plastic working in invention of claim 9.

[0048] the multilayer base material of a three-tiered structure be form at least , the predetermined part of this multilayer base material be remove , and since [which set up the configuration of said base section , the spring section , and a load beam] the resin layer be made to intervene between base material metal plates in addition to which effect of the invention of claims 1-9 , in invention of claim 10 , the suspension for disk drives can be form with easily and sufficient precision .

[0049] In invention of claim 11, since removal of said predetermined part uses etching in addition to the effect of the invention of claim 10, the suspension for disk drives can be manufactured with a more easily and sufficient precision.

[0050]

[Embodiment of the Invention] (The 1st operation gestalt) a part of hard disk drive which has the suspension where drawing 1 applied the 1st operation gestalt of this invention -- the sectional view is shown. Like this drawing 1 , the hard disk drive 1 has the carriage 5 which can circle centering on a shaft 3. The revolution drive of this carriage 5 is carried out a core [a shaft 3] by the motors 7 for positioning, such as a voice coil motor. Said carriage 5 is equipped with the head section 13 prepared in the point of two or more carriage arms 9 (drawing 1 four pieces), the suspension 11 attached in the point of each carriage arm 9, and each suspension 11.

[0051] When said carriage 5 circles centering on said shaft 3, said head section 13 moves to the request truck of a disk 15. Said head section 13 contains the transducer (not shown) held at the truck of said disk 15, the slider 17 formed in the location which can be countered, and this slider 17.

[0052] When said disk 15 carries out high-speed rotation, when air enters between this disk 15 and said slider 17, while said slider 17 surfaces slightly from a disk 15, air bearing is formed between a disk 15 and a slider 17.

[0053] Said suspension 11 has become like drawing 2 . Drawing 2 is the perspective view which looked at said suspension 11 from the anti-FUREKISHA side. This suspension 11 is equipped with the base section 19 and the load beam 21.

[0054] Said base section 19 is equipped with the base plate 22. This base plate 22 is attached in the carriage arm 9 of said drawing 1 . Said base plate 22 is formed with

stainless steel etc., and consists of a flange 23 and the boss section 25.

[0055] Said flange 23 is seen from a flat surface in this operation gestalt, and presents a rectangle configuration, and the board thickness is set as about $t=0.15\text{mm}$. In addition, a flange 23 can be seen from a flat surface and can also be formed in a circle configuration etc.

[0056] Fitting of said boss section 25 is carried out to the mounting hole established in the carriage arm 9 of said drawing 1, the path of the boss section 25 is expanded a little with a fixture etc., and immobilization to said carriage arm 9 is performed.

[0057] Said load beam 21 gives a load load to the slider 17 of the head section 13 of a point. This load beam 21 is equipped with the rigid-body section 27 and the spring section 29 if the perspective view of drawing 3 is also referred to. Said rigid-body section 27 is formed in the shape of [from which the point 27a side serves as narrow gradually to end face section 27b] about 3 square shapes. The thickness of this rigid-body section 27 is set as about $t=100$ micrometers.

[0058] If drawing 4 which is the SA-SA view sectional view of drawing 3 is also referred to, said rigid-body section 27 makes resin layer 28c intervene between metal plate 28a and 28b, and has a three-tiered structure mutually fixed with adhesives etc. Said metal plates 28a and 28b are formed with stainless steel (SUS) etc., the thickness of one metal plate 28a is set as $t1=38\text{micrometer}$ etc., and the thickness of metal plate 28b of another side is set as $t3=20\text{micrometer}$ etc. Said resin layer 28c is formed on resin plates, such as polyimide (PI) and epoxy, and the thickness is set as $t2=42\text{micrometer}$ etc. The sum total of these metal plates 28a and 28b and the thickness $t1$, $t3$, and $t2$ of resin layer 28c is set as 100 micrometers. However, a setup of this thickness is an example and overall thickness and the thickness of each plate can also be set as other thickness.

[0059] Through tubes 31a, 31b, and 33 are formed in said rigid-body section 27. Through tubes 31a and 31b are the things for lightweight-izing, and a through tube 33 is a thing for positioning of FUREKISHA mentioned later. Said through tubes 31a, 31b, and 33 are formed of etching etc.

[0060] Point 27a of said rigid-body section 27 is one layer of only metal plate 28b. As for this point 27a, metal plate 28a and the resin layer 28 are removed by etching etc. Press forming of said dimple 37 is carried out to point 27a of said metal plate 28b. In addition, this dimple 37 contacts the tongue section of FUREKISHA mentioned later.

[0061] And in this operation gestalt, the plastic-working section of said dimple 37 is performed only to one metal plate 28b. Therefore, compared with the case where a dimple 37 is formed in rigid-body section 27 of three layers itself, by preparing only in one metal plate 28b, plastic working is very easy and the accurate dimple 37 can be

obtained.

[0062] Said spring section 29 is formed in the edge of the rigid-body section 27 with the plate of one metal plate 28a and one, there is than the rigid-body section 27, for example, it is formed by one layer. [less] This spring section 29 is formed with stainless steel (SUS) in this operation gestalt, and that thickness is set as $t=38$ micrometers. Opening 39 is formed in this spring section 29, and the both-sides sections 41a and 41b are functioning on it as a spring part of a low spring constant.

[0063] Reinforcement metal plate 43a which reinforces said base section 19 at the anti-rigid-body section side edge section of said spring section 29 is prepared in one. This reinforcement metal plate 43a is formed with stainless steel (SUS) in this operation gestalt, and that thickness is set as $t=38$ micrometers. Resin layer 43c is made to intervene, other reinforcement metal plate 43b is doubled with this reinforcement metal plate 43a, and the reinforcement section 45 of the three-tiered structure mutually fixed with adhesives etc. is formed.

[0064] The relation of the reinforcement metal plates 43a and 43b in this reinforcement section 45 and resin layer 43c is set up identically to the metal plates 28a and 28b in said rigid-body section 27, and the resin layer 28. Therefore, metal plate 43b is formed with stainless steel (SUS), and the thickness is set as $t=20$ micrometers. Said resin layer 43c is formed on resin plates, such as polyimide (PI) and epoxy, and the thickness is set as $t=42$ micrometers.

[0065] The outer-diameter configuration of said reinforcement section 45 is seen from a flat surface almost corresponding to the outer-diameter configuration of the flange 23 of said base plate 22, and is formed in the rectangle configuration.

[0066] To said reinforcement section 45, like drawing 2 , it doubles and joining immobilization of the base plate 22 is carried out by laser welding etc. in the welding 48. In the state of attachment of this base plate 22, first transition 22a of a base plate 22 meets in accordance with trailing-edge 39a of the opening 39 of said spring section 29. Therefore, since the end face section of the spring section 29 can be certainly supported with a base plate 22 when a base plate 22 is attached in carriage 5, by the spring section 29, elastic support of the rigid-body section 27 can be carried out certainly, and an expected function can be demonstrated correctly.

[0067] In addition, it miniaturizes rather than this operation gestalt, and the flange 23 of a base plate 22 can also shift the first transition 22a to the boss section 25 side more from trailing-edge 39a of opening 39. Moreover, a flange 23 can also be circularly formed in the perimeter of the boss section 25.

[0068] FUREKISHA 49 is attached in said rigid-body section 27 like drawing 2 . In

illustration of this FUREKISHA 49, the terminal area by the side of the other end is omitted. Said FUREKISHA 49 forms four tracks in the front face of metal substrates, such as a thin stainless steel rolled plate which has spring nature, through an electric insulation layer. Flow connection of the end of said track is made at the terminal of the head section 13, respectively, and flow connection of the other end is made at the terminal set up back, respectively. The tongue section 57 of said FUREKISHA 49 is equipped with said slider 17. Said tongue section 57 is in contact with the dimple 37 of said rigid-body section 27. Joining immobilization is carried out by the welding 61 to said rigid-body section 27, and joining immobilization of said FUREKISHA 49 is carried out in the welding 63 also in said base section 19 at the reinforcement section 45.

[0069] Joining immobilization to the rigid-body section 27 and the reinforcement section 45 of joining immobilization of the base plate 22 to said reinforcement section 45 and FUREKISHA 49 is performed like drawing 5 and drawing 6. Drawing 5 is a sectional view in the welding of said base plate 22, and drawing 6 is a sectional view in the welding of said FUREKISHA 49.

[0070] First, like drawing 2 and drawing 5, a welding 48 is formed in one reinforcement metal plate 43b of the reinforcement section 45 of laser welding etc., and joining immobilization of the flange 23 of a base plate 22 is carried out. The hole 65 for meat omission is established in other reinforcement metal plate 43b and resin layer 43c by etching in the location by said welding 48 which carries out welding immobilization. Therefore, when carrying out joining immobilization of the base plate 22 by laser welding etc. at the reinforcement section 45, it is controlled that the heat of a welding 48 does a thermal effect between adhesion between resin layer 43c, resin layer 43c and reinforcement metal plate 43a, and 43b. Therefore, the reinforcement function of the reinforcement section 45 is certainly maintainable, ensuring association with a base plate 22 and the reinforcement section 45.

[0071] Drawing 6 shows the welding 61 in said rigid-body section 27 and the reinforcement section 45, attaches a parenthesis in the reinforcement section 45, and shows the correspondence. If it explains focusing on the welding 61 in said rigid-body section 27, welding immobilization of said FUREKISHA 49 is carried out by the welding 61 at one metal plate 28b of the rigid-body section 27. the location which carries out welding immobilization by this welding 61 -- said -- others -- the hole 67 for meat omission is established in metal plate 28a and resin layer 28c by etching. Therefore, being able to carry out joining immobilization of FUREKISHA 49 certainly by the welding 61 at the rigid-body section 27, having a thermal effect on adhesion between resin layer 28c, resin layer 28c and metal plate 28a, and 28b at the time of laser welding

is controlled, and it can maintain the engine performance of the rigid-body section 27 certainly.

[0072] Etching processing of the load beam 21 equipped with said reinforcement section 45 is performed even if [like drawing 8]. Drawing 7 shows the outline of the manufacture approach of the load beam 21, and, as for the production process of a multilayer base material, and (b), resist spreading, exposure, a development process, and (c) of (a) are sectional views in which an SUS etching process and (d) show a resist exfoliation process, and (e) shows a resin etching process.

[0073] First, the multilayer base material 71 of the three-tiered structure which made base material resin layer 69c intervene between base material metal plate 69a and 69b is formed at the process of drawing 7 (a). In addition, the multilayer base material 71 increases a base material metal plate and a base material resin layer by turns depending on the increment in the layer of the rigid-body section 27 and the reinforcement section 45, and sets them as four or more layers.

[0074] Next, resists 73 and 75 are applied to both sides of the multilayer base material 71 at the process of drawing 7 (b). Resists 73 and 75 have holes 77, 79, 81, and 83, opening 85, etc., respectively. Negatives are exposed and developed at the process of this drawing 7 (b), and the removal sections 87, 89, 91, 93, and 95 are formed in the base material metal plates 69a and 69b like drawing 7 (c).

[0075] Next, resists 73 and 75 are exfoliated at the process of drawing 7 (d).

[0076] Next, at the process of drawing 7 (e), etching processing is carried out and the removal sections 97 and 99,101 are formed in base material resin layer 69b.

[0077] By this manufacture approach, the removal sections 87, 89, and 97 can form the through tube 47 of drawing 3, the removal sections 91, 93, and 99 can form the through tube 33 for a homotopic arrangement, and the spring section 29 can be formed in one layer by the removal section 95,101.

[0078] In addition, although the spring section 29 was formed in one metal plate 28a of the rigid-body section 27, and one with the above-mentioned operation gestalt, it is also possible to form the spring section 29 in plate 28b of another side and one like drawing 8. With the operation gestalt of this drawing 8, the board thickness of metal plate 28b, the spring section 29, and reinforcement metal plate 43b will be set as $t = 38$ micrometers, and the board thickness of metal plate 28a and reinforcement metal plate 43a will be set as $t = 20$ micrometers.

[0079] The box pars convoluta lobuli corticalis renis 35 can also be formed in said rigid-body section 27 like drawing 9 and the load beam 21 of drawing 10 at pars intermedia right-and-left both sides. Drawing 9 corresponds to drawing 3 and drawing

10 supports drawing 8 . Said box pars convoluta lobuli corticalis renis 35 is for raising the rigidity of the rigid-body section 27 further. In this operation gestalt, it is a three-tiered structure, and since rigidity is high, the rigid-body section 27 can make small the box pars convoluta lobuli corticalis renis 35 as much as possible.

[0080] Said box pars convoluta lobuli corticalis renis 35 forms a tongue-shaped piece in metal plate 28b, and bends this. Therefore, in this operation gestalt, the box pars convoluta lobuli corticalis renis 35 and the plastic-working section of a dimple 37 are performed only to one metal plate 28b. Therefore, by forming the box pars convoluta lobuli corticalis renis 35 in rigid-body section 27 of three layers itself, or preparing only in one metal plate 28b compared with the case where a dimple 37 is formed, plastic working is very easy and the accurate box pars convoluta lobuli corticalis renis 35 and an accurate dimple 37 can be obtained. In addition, the box pars convoluta lobuli corticalis renis 35 can also be formed only in metal plate 28a, and can also be prepared for the both sides of the metal plates 28a and 28b.

[0081] Next, the rigid-body section 27 is made into the multilayer structure which made resin layer 28c intervene between metal plate 28a and 28b as mentioned above, and the basis which forms the spring section 29 in layers fewer than the rigid-body section 27 is explained.

[0082] Control in the torsion mode which is generally easy to serve as big amplitude on a low frequency about the former 201, for example, suspensions, such as drawing 22 , is important. the direction of a truck of the slider 215 which is generated by **** with vibration called for by exciting the base section 209 in the case of torsion mode -- the properties differ with a variation rate in many cases. The shake of a ***** suspension is carried out to it being called a suspension flutter and calling gain what is asked for what appears first with torsion mode henceforth by T1 flutter (1st Torsion mode), the call, and base-plate excitation.

[0083] First, according to the analysis result by the Z direction configuration (henceforth, LB profile) of the load beam 203, the frequency characteristics of gain, and these people of the relation between T1 gain and Z height (Z direction height at the time of with a group), it turned out that T1 gain is controllable with LB profile.

[0084] next -- according to an experiment of these people -- the case of a high rotation disk -- T -- it turned out that the relation between a variation rate and Z height tends to become a problem since sensibility is higher than that of T1 gain 1 flutter. The coping-with method is as follows. (1) Make small sensibility of the couple factor (Couple factor) over Z height.

[0085] Said couple factor is shown by the degree type.

[0086]

[Equation 1]

Load beam T1 amplitude expresses what measured the box pars convoluta lobuli corticalis renis near a dimple in structure like drawing 22 here. moreover, T -- a variation rate measures the same suspension with a flutter measuring instrument 1 flutter. (2) With a damper, absorb the energy of vibration and make load beam T1 amplitude small. (3) Consider as the configuration of a suspension of being hard to receive ****. (4) Make load beam T1 amplitude small by enlarging torsional rigidity of a load beam.

[0087] I thought that achievement was possible by shortening die length extremely and enlarging conversely Z direction rigidity of rigid-body section 203a small [rigidity / of spring section 203b / Z direction], about the above (1).

[0088] About the above (2), we decided to acquire the damper effectiveness by the resin layer.

[0089] About the above (3), as a result of various experiments of these people, **** which a high rotation disk brings about worked as unsteady flow physical strength to the Z direction of a suspension, thought that each mode was excited, and presupposed that the cause of a suspension flutter is coped with.

[0090] We decided to be able to calculate the torsional rigidity and to set up torsional rigidity in analysis, about the above (4).

[0091] First, if the cause of generating of T1 flutter is assumed as mentioned above, angle-of-torsion theta of the dimple section is calculable from moment [when unsteady flow physical strength F (t) which works to per unit area works to the hemihedry bordering on a load central beam axis] M (x), and torsional rigidity S (x) required in analysis.

[0092] Next, a coordinate is considered like drawing 11 . Drawing 11 (a) expresses the load beam form function of $y=f(x)$, and moment M (x) which works in the rigid-body section of x locations becomes a degree type.

[0093]

[Equation 2]

Torsional rigidity $S(x)$ is calculable as a function of x , as shown in drawing 11 (b). Therefore, the above-mentioned (2) formula and angle of torsion in $S(x)$ to the dimple section can be expressed with a degree type.

[0094]

[Equation 3]

If unsteady flow physical strength $F(t) = 1$, the above-mentioned (3) formula will turn into a degree type.

[0095]

[Equation 4]

T [as opposed to $/$ it is alike, and follow, and load beam $T1$ amplitude decreases, and $/Z$ height] to which the value of the count result of this (4) type and the experimental result by these people to θ becomes small -- it became clear that the sensibility of a variation rate also became small 1 flutter.

[0096] Further, if the load shape of beam is considered to be $f(x) = B$, moment $M(x)$ and torsional rigidity can be expressed with the dimension of a degree type here.

[0097]

[Equation 5]

Here, G is modulus of transverse elasticity and h is the board thickness of a load beam. Angle of torsion θ of the dimple section becomes the dimension of a degree type from (4), (5), and (6) types.

[0098]

[Equation 6]

(7) As shown in a formula, in order to make theta small, it is thick in board thickness h, short in die-length L, and narrow in width of face B, and it necessary to enlarge modulus of transverse elasticity G.

[0099] On the other hand, T1 frequency is expressed with the dimension of a degree type.

[0100]

[Equation 7]

Here, supposing C/ρ is fixed, for raising T1 frequency, it is thick in board thickness h, and short in die-length L, and it necessary to narrow width of face B. Although this is in agreement with the approach of making theta small, the degrees differ.

[0101] Based on consideration of the above applicants for this patent, structure of a suspension 11 is made into multilayer structure as mentioned above.

[0102] Next, the graph of drawing 12 explains that the three-tiered structure article conventionally applied to the 1st operation gestalt etc. to elegance is lightweight-ized.

[0103] In drawing 12, if it is the 1st column, the 2nd column, the 3rd column, the 4th column, and the 5th column from the left, the name of each part is shown in the 1st column, thickness is shown in the 2nd column, the weight distribution of each part of elegance is conventionally shown in the 3rd column, the weight distribution of the 1st three-tiered structure article is shown in the 4th column, and the weight distribution of the 2nd three-tiered structure article is shown in the 5th column. As a part, a base plate, a load beam, the spring section, FUREKISHA, and a slider are shown.

[0104] The thickness of $t = 0.1\text{mm}$ and the spring section is set [the thickness of a base plate] as $t = 38$ micrometers for the thickness of $t = 0.15\text{mm}$ and a load beam.

[0105] Conventionally, the load beam of elegance is formed with stainless steel (SUS), and the thickness of the whole is $t = 100$ micrometers. The metal plate according [the 1st three-tiered structure article] to stainless steel (SUS) is $t = 25$ micrometers in thickness, respectively, and is $t = 50$ micrometers, and the thickness of the resin layer of polyimide (PI) has become $t = 100$ micrometers on the whole.

[0106] As for the 2nd three-tiered structure article, the thickness of both the metal plate

of stainless steel (SUS) is set as $t = 38$ micrometers and $t = 20$ micrometers, and the thickness of the resin layer of polyimide (PI) is $t = 42$ micrometers, and is set as $t = 100$ micrometers on the whole.

[0107] And conventionally, the weight of each part of elegance is as being shown in the 3rd column, and has become 51.0mg in total. The weight of each part of the 1st and 2nd three-tiered structure article is as being shown in the 4th column and the 5th column, and total weight was set to 37.1mg with 35.6mg and the 2nd three-tiered structure article in the 1st three-tiered structure article.

[0108] thus -- the 1st three-tiered structure article -- the former -- elegance -- comparing -- the 30% and 2nd three-tiered structure article -- said -- it was able to lightweight-ize 27%, respectively. That is, large lightweight-ization can be attained, being able to raise the rigidity of the rigid-body section of a load beam by the same thickness by considering as three-tiered structure articles, such as the 1st operation gestalt.

[0109] Drawing 13 - drawing 16 show the experimental result. drawing 13 -- a ***** off-track -- the direction [as opposed to / the measurement result of a variation rate is shown, drawing 14 shows the measurement result of the transfer function of a suspension, and drawing 15 shows the measurement result of Z height (Z direction height at the time of with a group), and ***** T1 load beam angle of torsion, and / change of Z height in drawing 16] of ***** T1 off-track -- the measurement result of a variation rate is shown. Drawing 17 makes these experimental results a graph.

[0110] In drawing 13 , drawing 14 , drawing 15 , and drawing 16 , (a) is as a result of [of the suspension 11 of the above-mentioned operation gestalt] measurement, and ** (b) is as a result of [of the conventional article of the same die length as (a) shown in drawing 22] measurement. Moreover, as for the load beam of a three-tiered structure article, the thickness of $t = 38$ micrometers, the metal plate of $t = 20$ -micrometer stainless steel (SUS), and the resin layer of polyimide (PI) with a thickness of $t = 42$ micrometers are used like drawing 17 . The mass of the sum total of a three-tiered structure article is 37.1mg. As for the load beam of elegance, stainless steel (SUS) with a thickness [of $t = 51$ micrometers] and a mass of 49.1mg is used conventionally. A laser Doppler speed indicator performs measurement and base-plate excitation is performing gain measurement. Gain = they are an output/input. Flutter measurement turned the disk and observed the shake. Measured value = it is an output.

[0111] Refer to drawing 13 , drawing 15 , and drawing 16 for a **** property with reference to drawing 14 in the resonance characteristic from these experimental results first. The off-track Z height sensitivity (sensitivity) in the T1 mode at that time refers

[a ***** off-track (OFF TRACK) (magnitude of a ***** shake)] to drawing 15 for the load beam angle-of-torsion Z height sensitivity (sensitivity) in the T1 mode with reference to drawing 16 with reference to drawing 14 . In addition, in drawing 15 and drawing 16 , the unit of an axis of abscissa is mm and the magnitude doubles the double digits shown in the axis of abscissa 0.0254.

[0112] although the resonance frequency in the T1 mode was 9.0 (kHz) in the three-tiered structure article of drawing 13 (a) -- receiving -- the conventional article of drawing 13 (b) -- said -- it is 5.0 (kHz) and there was a dominance point that the resonance frequency of T1 flutter became very high, in a three-tiered structure article (drawing 17).

[0113] although [next,] resonance frequency was 17.8 (kHz) in the three-tiered structure article of drawing 14 (a) about sway (SWAY) -- receiving -- the conventional article of drawing 14 (b) -- said -- it is 12.5 (kHz) and the dominance point that the resonance point of sway became remarkably high had the three-tiered structure article (drawing 17). In addition, it can judge by change of a phase that it is sway (SWAY).

[0114] although [next,] the average of an angle-of-torsion experimental result was 0.0004 (deg) irrespective of change of Z height in the three-tiered structure article of drawing 15 (a) about ***** T1 load beam angle of torsion -- receiving -- the conventional article of drawing 15 (b) -- said -- it was 0.005 (deg). Consequently, in a three-tiered structure article, ***** angle of torsion became 1/10 or less [of elegance] conventionally, and there was a dominance point that it was very strong to **** (drawing 18).

[0115] Therefore, in the three-tiered structure article of drawing 16 (a), the variation rate was stable irrespective of change of Z height about ***** T1 off-track, and the inclination was not so large. On the other hand, in the conventional article of drawing 16 (b), the variation rate changed a lot to change of Z height, and the inclination became large fairly so that clearly from drawing. Change of this Z height is what assumed the range which may shift to a design value by dispersion as a suspension, and dispersion at the time of assembly, and a reliable suspension will be obtained if stabilized like a three-tiered structure article in this range. On the other hand, conventionally, in elegance, the property changed Z height a lot by 36x0.0254mm and 20x0.0254mm, and the dependability in 20x0.0254mm became remarkably low. Since a ***** shake did a three-tiered structure article small these results compared with elegance conventionally, the readout and the write-in defect have been improved sharply and there was a dominance point that track density could be raised (drawing 17).

[0116] These experimental results were able to coincide with well the above-mentioned

consideration of an applicant for this patent, they could attain a raise in the rigidity of the rigid-body section 27, and low spring constant-ization of the spring section 29, attaining lightweight-ization with a three-tiered structure article, and were able to acquire each dominance point describing above certainly.

[0117] Furthermore, since it supported the reinforcement section 45 of said three-tiered structure to the base plate 22 attached in said carriage arm 9, said base section 19 can reinforce a base plate 22 certainly, attaining lightweight-ization, can be stabilized more and can make the load beam 21 support to carriage 5.

[0118] In this way, while controlling the amplitude of various resonance modes low, attaining lightweight-ization on the whole, high-frequency-ization of resonance frequency can be attained and generating of a ***** suspension flutter can be controlled more certainly. (The 2nd operation gestalt) Drawing 18 and drawing 19 show the 2nd operation gestalt of this invention. The top view of suspension 11A which drawing 18 requires for the 2nd operation gestalt, and drawing 19 are the sectional views in the condition of having attached suspension 11A in the carriage arm 9. In addition, a same sign is attached and explained to the above-mentioned 1st operation gestalt and a corresponding component.

[0119] Suspension 11A of this operation gestalt is suitable when the distance from the attaching point of the carriage arm 9 to a dimple 37 becomes long. Also in this operation gestalt, the rigid-body section 27 has a three-tiered structure which made resin layer 28c intervene between metal plate 28a and 28b. The spring section 29 is formed in the edge of the rigid-body section 27 on the plate of one layer of metal plate 28b and one. The supporter 103 is formed in the anti-rigid-body section side at one at the spring section 29.

[0120] The extension 105 is formed in the flange 23 of the base plate 22 in base section 19A. Fixed support of the supporter 103 by the side of said spring section 29 is carried out by laser welding etc. at the extension 105 by the side of this base plate 22.

[0121] According to such structure, the rigid-body section 27 can acquire the damper effectiveness of resin layer 28c while attaining high rigidity-ization, attaining lightweight-ization by the three-tiered structure which made resin layer 28c intervene between metal plate 28a and 28b. Moreover, the spring section 29 can attain low spring constant-ization by being formed with the plate of one layer of metal plate 28d one.

[0122] Therefore, also in this operation gestalt, the almost same operation effectiveness as the 1st operation gestalt can be done so. Moreover, in this operation gestalt, since it is what fixes to the extension 105 by the side of a base plate 22 the supporter 103 formed in the spring section 29 at one by laser welding etc., manufacture is easy and can attain

lightweight-ization more. (The 3rd operation gestalt) Drawing 20 shows the outline sectional view of suspension 11B concerning the 3rd operation gestalt of this invention. In addition, a same sign is attached and explained to the 1st operation gestalt and a corresponding component.

[0123] Although the hole for lightweight-izing is formed in reinforcement section 45 of said suspension 11B, it is not illustrating in drawing 20. Moreover, although the hole is formed also in the boss section 25 of base section 19B at inner circumference, it is not illustrating.

[0124] And in this operation gestalt, to the three-tiered structure which made resin layer 107c intervene between metal plate 107a and 107b, rigid-body section 27 of load beam 21B forms the metal plates 107d and 107f through the resin layers 107e and 107g further up and down, and considers as 7 layer structure.

[0125] Reinforcement section 45 of said base section 19B has the reinforcement metal plates 109a, 109b, 109d, and 109f and resin layers [109c, 109e, and 109g] structure of seven layers like rigid-body section 27B.

[0126] Said spring section 29B forms the metal sections 110a and 110b in the metal plates 107a and 107b, the reinforcement metal plates 109a and 109b, and one, and forms resin section 110c in the resin layers 107c and 109c of rigid-body section 27b and reinforcement section 45B, and one, makes the layer of spring section 29B three layers, and makes it fewer than the layer of rigid-body section 27b and reinforcement section 45B.

[0127] Moreover, with this operation gestalt, especially a base plate is not prepared but the boss section 25 is being directly fixed to reinforcement metal plate 109d of reinforcement section 45B. The thickness of rigid-body section 27B, spring section 29B, and the whole reinforcement section 45B is formed like for example, the 1st operation gestalt.

[0128] Therefore, also in this operation gestalt, the same operation effectiveness as the above-mentioned 1st operation gestalt can be done so by rigid-body section 27B of multilayer structure, reinforcement section 45B, and spring section 29B of multilayer structure with few layers than these. Moreover, in this operation gestalt, since the resin layer is increasing, lightweight-ization can be attained more.

[0129] In addition, in the above-mentioned operation gestalt, reinforcement section 45B can also be made the configuration of only one layer of a reinforcement metal plate. Moreover, the boss section 25 of base section 19B can also be made the configuration which omits and attaches reinforcement section 45B in the direct carriage arm 9.

[0130] Spring section 29B can also be made into 1 layer structure of the two-layer

structure of metal section 110a or 110b, and resin section 110c, metal section 110a, or 110b. Moreover, it is not restricted to the structure where the location of the direction of a layer of the metal sections 110a and 110b and resin section 110c is arbitrary, and resin section 110c is inserted into the metal sections 110a and 110b. For example, either metal section 110a or 110b can be made into the resin section. In this case, it can also be made the configuration of changing the quality of the material of resin with resin section 110c, resin section 110a, or 110b. (The 4th operation gestalt) Drawing 21 shows the outline sectional view of suspension 11C concerning the 4th operation gestalt of this invention. In addition, a same sign is attached and explained to the 1st operation gestalt and a corresponding component. Illustration has not been carried out although the hole of lightweight-izing is originally established in said reinforcement section 45C. Moreover, illustration has not been carried out although the inner circumference hole is formed also in the base plate 22.

[0131] In this operation gestalt, resin layer 111c is made to intervene between metal plate 111a and 111b, and rigid-body section 27C of load beam 21C is made into the three-tiered structure. Moreover, reinforcement section 45C of base section 19C is taken as the three-tiered structure which made resin layer 113c intervene between reinforcement metal plate 113a and 113b.

[0132] Spring section 29C forms in another object, and is combined with rigid-body section 27C and reinforcement section 45C by laser welding etc. at metal plate 111b of rigid-body section 27C, and reinforcement metal plate 113b of reinforcement section 45C. Overall thickness, such as rigid-body section 27C of this suspension 11C, spring section 29C, and reinforcement section 45C, is set up like the 1st operation gestalt.

[0133] Therefore, also in this operation gestalt, the almost same operation effectiveness as the 1st operation gestalt can be done so by the three-tiered structure of rigid-body section 27C, 1 layer structure of spring section 29C, and the three-tiered structure of reinforcement section 45C. Moreover, in this operation gestalt, since spring section 29C is formed in another object, the thickness of spring section 29C and the degree of freedom of a configuration can be extended.

[0134] In addition, rigid-body section 27C is possible not only for a three-tiered structure but increasing a resin layer and a metal plate and making it the multilayer structure of four or more layers. Moreover, it considers as the multilayer structure of four or more layers similarly, or reinforcement section 45C can also be made one layer of only a reinforcement metal plate, and the two-layer structure of a resin layer and a reinforcement metal plate.

[0135] This is omitted and the base plate 22 of base section 19C can also make

reinforcement section 45C into the structure directly fixed to the carriage arm 9. Furthermore, said spring section 29C can be extended and constituted to either the field shown in the inferior surface of tongue of rigid-body section 27C with an alternate long and short dash line, or the field shown in the inferior surface of tongue of reinforcement section 45C with an alternate long and short dash line. When it extends to one side, another side serves as a configuration which is not extended.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] a part of hard disk drive which applied the 1st operation gestalt of this invention -- it is a sectional view.

[Drawing 2] It is the perspective view which started the 1st operation gestalt and looked at the suspension for disk drives from the anti-FUREKISHA side.

[Drawing 3] The 1st operation gestalt is started and it is the perspective view of a load beam.

[Drawing 4] The 1st operation gestalt is started and it is the SA-SA view sectional view of drawing 4 .

[Drawing 5] The 1st operation gestalt is started and it is the SB-SB view sectional view of drawing 2 .

[Drawing 6] The 1st operation gestalt is started and it is a sectional view in weldings 61 and 63.

[Drawing 7] The 1st operation gestalt is started, the outline of the manufacture approach of a load beam is shown, and, as for the production process of a multilayer base material, and (b), resist spreading, exposure, a development process, and (c) of (a) are sectional views in which an SUS etching process and (d) show a resist exfoliation process, and (e) shows a resin etching process.

[Drawing 8] The modification of the 1st operation gestalt is started and it is the perspective view of a load beam.

[Drawing 9] Other modifications of the 1st operation gestalt are started and it is the perspective view of a load beam.

[Drawing 10] The modification of further others of the 1st operation gestalt is started, and it is the perspective view of a load beam.

[Drawing 11] It is the graph with which the 1st operation gestalt is started, (a) shows the graph of a load beam form function, and (b) shows torsional rigidity.

[Drawing 12] It is the graph in which starting the 1st operation gestalt and showing

lightweight-ization of the three-tiered structure article to elegance conventionally.

[Drawing 13] the ***** off-track which (a) requires for the 1st operation gestalt -- it is the graph which shows the experimental result of a variation rate, and (b) is a graph which shows this experimental result of elegance conventionally.

[Drawing 14] (a) is a graph which shows the experimental result of the transfer function concerning the 1st operation gestalt, and (b) is the graph of the experimental result of the transfer function of elegance conventionally.

[Drawing 15] (a) is a graph which shows the experimental result of the relation of Z height and ***** T1 load beam angle of torsion concerning the 1st operation gestalt, and (b) is a graph which shows the experimental result of the relation between Z height of elegance, and ***** T1 load beam angle of torsion conventionally.

[Drawing 16] (a) -- Z height of the 1st operation gestalt, and the direction of ***** T1 off-track -- the graph which shows the experimental result of relation with a variation rate, and (b) -- the former -- Z height of elegance, and the direction of ***** T1 off-track -- it is the graph which shows the experimental result of relation with a variation rate.

[Drawing 17] It is the graph in which starting the 1st operation gestalt and showing the comparison of an experimental result with elegance a three-tiered structure article and conventionally.

[Drawing 18] It is the top view of the suspension for disk drives concerning the 2nd operation gestalt of this invention.

[Drawing 19] a part of hard disk drive which applied the 2nd operation gestalt -- it is a sectional view.

[Drawing 20] It is the outline sectional view of the suspension for disk drives concerning the 3rd operation gestalt of this invention.

[Drawing 21] It is the outline sectional view of the suspension for disk drives concerning the 4th operation gestalt of this invention.

[Drawing 22] It is the perspective view of the suspension for disk drives concerning the conventional example.

[Drawing 23] It is the perspective view of the suspension for disk drives concerning other conventional examples.

[Drawing 24] It is the SC-SC view sectional view of drawing 23 .

[Description of Notations]

5 Carriage

11, 11A, 11B, 11C Suspension

13 Head Section

21, 21A, 21B, 21C Load beam
19, 19A, 19B, 19C Base section
22 Base Plate
27, 27B, 27C Rigid-body section
29, 29A, 29B, 29C Spring section
45, 45B, 45C Reinforcement section
28a, 28b, 28c, 107a, 107b, 107d, 107f, 111a, 111b Metal plate
28c, 43c, 107c, 107e, 107g, 109c, 109e, 109g, 111c, 113c Resin layer
43a, 43b, 109a, 109b, 109d, 109f, 113a, 113b Reinforcement metal plate
103 Supporter